



Waterhuishoudingsplan Bornsche Maten

Fase 2 Tuinstad en Singelwonen

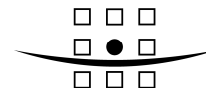
Gemeente Borne

10 juli 2008

Definitief rapport

9R2384.A0

A COMPANY OF



ROYAL HASKONING

HASKONING NEDERLAND B.V.
INFRASTRUCTUUR & TRANSPORT

Colosseum 3
Postbus 26
7500 AA Enschede
+31 (0)53 483 01 20 Telefoon
+31 (0)53 432 27 85 Fax
info@enschede.royalhaskoning.com E-mail
www.royalhaskoning.com Internet
Arnhem 09122561 KvK

Documenttitel	Waterhuishoudingsplan Bornsche Maten Fase 2 Tuinstad en Singelwonen
Verkorte documenttitel	Waterhuishoudingsplan
Status	Definitief rapport
Datum	10 juli 2008
Projectnaam	Waterhuishoudingsplan Bornsche Maten 2e fase
Projectnummer	9R2384.A0
Opdrachtgever	Gemeente Borne
Referentie	9R2384.A0/R003/FWIS/EJA/ENSC

Auteur(s)	F.J. Wisselink
Collegiale toets	J.W. Mulder
Datum/paraaf	10 juli 2008
Vrijgegeven door	J.W. Mulder
Datum/paraaf	10 juli 2008

INHOUDSOPGAVE

	Blz.	
1	INLEIDING	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Situatie	1
1.3	Gehanteerde rapporten	2
1.4	Leeswijzer	2
2	UITGANGSPUNTEN EN BELEID	3
2.1	Algemeen	3
2.2	Schoon houden wat schoon is	3
2.3	Volledig gescheiden afvoerstelsel voor hemelwater en afvalwater	3
2.4	Voldoende veiligheid tegen overstromingen	4
2.5	Grondwaterneutraal bouwen en droge voeten	5
2.6	Behoud afvoerfunctie oppervlaktewater	5
2.7	Geen afwenteling van het waterbezwaar	6
3	PLANSITUATIE VESTE, TUINSTAD EN SINGELWONEN	7
3.1	Stedenbouwkundige beschrijving	7
3.2	Maaiveldhoogte	7
3.3	Bodemeigenschappen	8
3.3.1	Bodem	8
3.3.2	Doorlatendheid	8
4	RIOLERINGSPLAN	9
4.1	Algemeen	9
4.2	Ontwerpuitgangspunten	9
4.3	Ontwerp	9
4.3.1	Algemeen	9
4.3.2	Berekening	10
5	HEMELWATERAFVOERPLAN	11
5.1	Algemeen	11
5.2	Ontwerpuitgangspunten	11
5.3	Verhard oppervlak	13
5.4	Ontwerp	14
5.5	Wadi	15
5.6	Bronmaatregelen	17
6	DRAINAGEPLAN	18
6.1	Algemeen	18
6.2	Ontwerpuitgangspunten en berekeningen	18
6.3	Stationaire drainageberekeningen	18
6.4	Draindiepte	19
6.5	Ligging drainage	20
6.6	Algemene adviezen over drainage in Bornsche Maten 2 ^e fase	20
7	AANDACHTSPUNTEN VERDERE UITWERKING	21

BIJLAGEN:

- Bijlage 1: Tekening DWA-stelsel 9R2384.A0/2323-301;
- Bijlage 2: Tekening Hemelwatersysteem en drainage 9R2384.A0/0371-601;
- Bijlage 3: Facetkaart Water;
- Bijlage 4: Verdeling verhard oppervlak per wadi (op basis van stedenbouwkundig plan);
- Bijlage 5: Afmetingen wadi's (indicatief);
- Bijlage 6: Maximale debieten in open goten (Leidraad Riolering, module C2200).
- Bijlage 7: Notitie "berekening peilen in watergangen Bornsche Maten 2^e fase"

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

De gemeente Borne heeft Royal Haskoning opdracht gegeven voor het opstellen van het waterhuishoudingsplan voor de 2^e fase van het uitbreidingsplan Bornsche Maten. De 2^e fase van Bornsche Maten wordt gevormd door de wijken Veste, Tuinstad en Singelwonen. Deze wijken vallen binnen de eenheden Centrum/oost en Zuid/oost zoals deze zijn beschreven in het rapport 'Waterstructuurplan' (DHV, 31 oktober 2003).

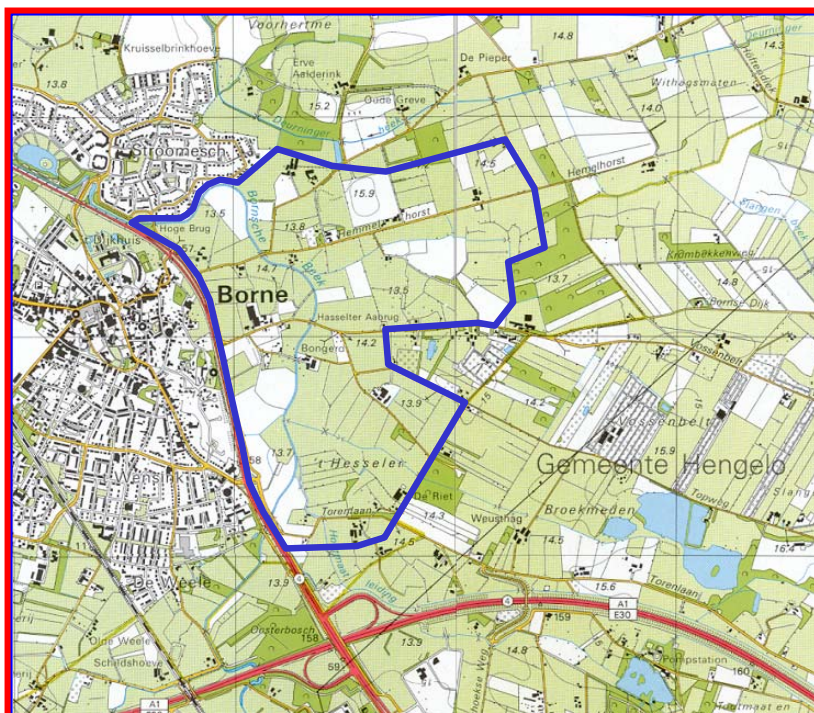
In dit plan wordt invulling gegeven aan het rioleringsplan, hemelwaterafvoerplan en het drainageplan.

1.2 Situatie

Bornsche Maten is een toekomstig woongebied van ongeveer 146 ha groot en ligt ten oosten van de bestaande kern van Borne. Het gebied wordt geografisch ruwweg begrensd door de volgende elementen:

- In het noorden: de Deurningerbeek met bijbehorende ecologische zone en de bestaande Bornsche woonwijk Stroom Esch;
- In het westen: de Rondweg (N743 Almelo-Hengelo);
- In het oosten: de gemeentegrens met Hengelo (met daarachter de Europalaan) en de modeltuinen van Boomkamp;
- In het zuiden: de gemeentegrens met Hengelo (met daarachter bedrijvenpark Westermaat).

Bornsche Maten is een uitbreiding van 2.300 woningen. Momenteel heeft het plangebied een agrarische bestemming. De grond is in gebruik als gras- en bouwland. In figuur 1 is de ligging van Bornsche Maten weergegeven.



Figuur 1: Ligging plangebied

1.3 Gehanteerde rapporten

Voor het opstellen van het voorliggende rapport is gebruik gemaakt van de volgende rapporten:

- Waterstructuurplan, Bornsche Maten, ON-H 2003 2484, 31 oktober 2003, definitief, DHV Milieu en Infrastructuur;
- Inventarisatie Bodemgesteldheid en Geohydrologie, Bornsche Maten, ON-H 2003 1671, 23 oktober 2003, definitief, DHV Milieu en Infrastructuur;
- Waterbeheerplan 2002-2005, Waterschap Regge en Dinkel;
- Afkoppelen/niet aankoppelen, Beleid en beslisboom, Waterschap Regge en Dinkel, oktober 2002;
- Nota Actualisatie rioleringsbeleid, Waterschap Regge en Dinkel, 25 juni 2005;
- Notitie "Berekening peilen in watergangen Bornsche Maten 2^e fase", 9R2384.B0.N002, Royal Haskoning, 19 april 2007;
- Waterhuishoudingsplan Bornsche Maten Fase 1 Oost Esch & Nieuw Borne, 5 november 2004, Royal Haskoning;
- Vastgesteld stedenbouwkundig plan.

1.4 Leeswijzer

In het voorliggende rapport is het waterhuishoudingsplan van Bornsche Maten fase 2 gerapporteerd. Het rapport is zo opgebouwd dat in hoofdstuk 2 de uitgangspunten en het beleid zijn beschreven. In hoofdstuk 3 is het plangebied geschreven. Op basis van de hoofdstukken 2 en 3 zijn in de hoofdstukken 4, 5 en 6 respectievelijk het rioleringsplan, het hemelwaterafvoerplan en het drainageplan beschreven. Tot slot zijn in hoofdstuk 7 aandachtspunten weergegeven voor het verder uitwerken van het plan naar realisatie.

2 UITGANGSPUNTEN EN BELEID

2.1 Algemeen

De gemeente en het waterschap hebben in het waterstructuurplan (DHV, ON-H 2003 2484) uitgangspunten opgesteld voor de toekomstige waterhuishouding voor de gehele uitbreiding Bornsche Maten. De belangrijkste uitgangspunten zijn:

1. Schoon houden wat schoon is.
2. Volledig gescheiden afvoerstelsel voor hemelwater en afvalwater.
3. Voldoende veiligheid tegen overstromingen.
4. Grondwaterneutraal, maar ook droge voeten en geen grondwateroverlast.
5. Behoud afvoerfunctie oppervlaktewater.
6. Geen afwenteling van het waterbezwaar.
7. Voldoende regionale retentie.

In de volgende paragrafen worden deze uitgangspunten nader toegelicht en betrokken op het plangebied van de 2^e fase van Bornsche Maten.

2.2 Schoon houden wat schoon is

De inrichting van het plangebied moet zo worden gekozen dat vervuiling van schoon water wordt voorkomen. Waardevol en/of schoon water mag dus niet belast worden met (schadelijke) verontreinigingen. Hierbij kan gedacht worden aan het schoon houden van het grondwater door hemelwater gecontroleerd via een daarvoor ontworpen bodempassage te leiden of door mogelijke vervuiliingsbronnen zoveel mogelijk benedenstrooms te situeren.

2.3 Volledig gescheiden afvoerstelsel voor hemelwater en afvalwater

Op basis van de gebiedskenmerken en bovenstaande uitgangspunten is gekozen voor een waterhuishouding waarbij het schone hemelwater gescheiden wordt gehouden van het vuile afvalwater. De toekomstige waterhuishouding in de woongebieden bestaat uit afvalwatervoorzieningen, waterpasseerbare verharding, wadi's en infiltratievelden.

Het afvalwater wordt, conform het beleid van het waterschap Regge en Dinkel, afgevoerd naar het afvalwatergemaal van Borne en wordt vandaar naar de RWZI Hengelo verpompt.

Het hemelwater dat afstroomt van niet vervuilende oppervlakken wordt zoveel mogelijk binnen het plangebied in de bodem geïnfiltreerd (vasthouden). Wanneer de infiltratiecapaciteit van de bodem tekort schiet, zal het water worden vastgehouden (bergen). Bij hevige en/of langdurige regenval zal het hemelwater dat niet verwerkt kan worden door infiltratie en berging, overstorten op oppervlaktewater (afvoeren).

Hemelwater dat afstroomt van wegen met een (relatief) hoge verkeersintensiteit of wegen waarover een buslijn voert, is potentieel vervuild. Conform het beleid van het waterschap wordt dit hemelwater niet op de bodem of op oppervlaktewater geloosd. In de 2^e fase van Bornsche Maten is de 'Bornsche Beeklaan' een dergelijke weg. Gezien de situatie is in dit geval gekozen voor een systeem met scheidingsputten (bijv. 'smart-drain'). In een dergelijk systeem wordt een deel van het afstromende hemelwater afgevoerd naar het vuilwaterriool en wordt de rest geloosd op, in dit geval, de wadi's of greppels. Op deze manier wordt het eerste afstromende water, dat theoretisch het meest vervuild is, afgevoerd naar de RWZI. Het overstortende water is relatief schoon.

De lozing via een wadi of greppel biedt hierbij een extra veiligheid tegen vervuiling van het oppervlaktewater.

2.4 Voldoende veiligheid tegen overstromingen

Op basis van de gemeten waarden zijn door het waterschap waterpeilen bepaald voor verschillende afvoersituaties. Voor het plangebied zijn de waterpeilen in de Vossenbeek en de Hesselerbeek maatgevend. Aan de hand van gegevens die door het waterschap zijn aangeleverd zijn de waterpeilen in beide beken berekend (notitie "Nieuwe berekening peilen in watergangen Bornsche Maten 2^e fase", zie bijlage 7). Hierbij is uitgegaan van profielen conform de legger (bodembreedte 0,75 m, talud 2:3). In tabel 1 zijn de optredende waterpeilen in de verschillende situaties weergegeven. De afvoer "Q/4" is de zogenaamde 'maatgevende voorjaarsafvoer'. Onder 2Q wordt de maatgevende afvoer verstaan. Deze komt, statistisch, eens per 50 à 100 jaar voor.

Tabel 1: Overzicht optredende waterpeilen

Situatie	Waterpeilen	
	Vossenbeek	Hesselerbeek
Q/4	12,95 m + N.A.P.	12,95 m + N.A.P.
2Q	13,10 m + N.A.P. (Bornsche Beek) tot 13.52 m + N.A.P. bij uitbreidingsplan Kristenbos	13,12 m + N.A.P. (Bornsche Beek) tot 13.36 m + N.A.P. (bij Britaniëlaan)

In de huidige situatie stromen de Vossenbeek en de Hesselerbeek vrij uit in de Bornsche Beek. De peilen in beide beken staan hierdoor in directe verbinding met de Bornsche Beek. In de toekomstige situatie zullen beide beken via een vaste stuw (drempel op 12,90 m + N.A.P.) lozen. Hierdoor wordt het water langer vastgehouden in de beken. Omdat de drempel van de stuw hoger is dan de berekende extreme waterstanden in de Bornsche Beek heeft het peil in de Bornsche Beek in de toekomst geen invloed meer op de optredende peilen in de Vossenbeek en in de Hesselerbeek. Voor de Vossenbeek geldt een overgangssituatie waarbij het peil van de stuw beperkt zal blijven tot 12,75 m + N.A.P. tot een bovenstrooms gelegen boomkwekerij het bedrijf beëindigd heeft.

Conform het advies van het waterschap wordt het straatpeil van tenminste 95% van het planoppervlak 0,50 m boven het '2Q-peil' aangelegd. Bij de 'voorjaarsafvoer' van Q/4 is een drooglegging van 1,10 m gewenst. In de extreme situatie waarbij de regionale retentie maximaal gevuld is, wenst de gemeente een waakhogte van minimaal 0,20 m.

Uitgaande van de berekende waterpeilen en marges, komt het minimale wegpeil in de omgeving van de Vossenbeek op 14,05 m + N.A.P. Daarbij is de gewenste drooglegging bij Q/4-situatie maatgevend. Bij dit wegpeil is de waakhogte in 2Q-situaties en bij volledige vulling van de regionale retentie 0,53 tot 0,95 m.

De genoemde straatpeilen gelden voor de laagst gelegen delen van wijk. Voor de afstroming naar de wadi's is het nodig dat de straten aflopen naar de randen van de wijk, waar de wadi's zullen komen. Het hiervoor benodigde hoogteverschil zorgt ervoor dat in het grootste gedeelte van de wijk de drooglegging groter is.

Bij het bouwrijpmaken wordt uitgegaan van een gesloten grondbalans. De gemeente heeft aangegeven dat op basis hiervan de berekende straatpeilen 0,20 m hoger aangehouden moeten worden. De laagste straatpeilen komen dan op 14,25 m + N.A.P.

2.5 Grondwaterneutraal bouwen en droge voeten

In vrijwel het gehele plangebied komen gedurende korte perioden relatief hoge grondwaterstanden voor. Gezien de vereiste ontwateringdiepte voor woningbouw moeten maatregelen worden genomen om op deze plekken te kunnen bouwen. Een toename in de grondwaterafvoer is strijdig met het beleid op het gebied van verdroging en duurzaam waterbeheer. Door het voorgestelde systeem van goten en wadi's (Singelwonen) en waterpasseerbare verharding aangevuld met wadi's (Tuinstad), gecombineerd met drainage, wordt in periodes met lage grondwaterstanden meer geïnfilteerd dan in de huidige, onbebouwde, situatie. Deze extra infiltratie compenseert de afvoer van grondwater in periodes met hoge grondwaterstanden, waardoor op jaarbasis meer hemelwater aan het grondwater wordt toegevoegd dan nu.

2.6 Behoud afvoerfunctie oppervlaktewater

Het plangebied wordt door twee waterlopen doorsneden. Beide waterlopen monden uit in de Borsche Beek, ten westen van de 2^e fase van Borsche Maten. De twee waterlopen, de Vossenbeek (waterloop 15-6) en de Hesselerbeek (waterloop 15-0-1), voeren het water af van de gronden ten oosten van het plangebied. Bovenstrooms van Borsche Maten loost de wijk 'Vossenbelt', en in de toekomst het uitbreidingsplan 'Kristenbos', in Hengelo op de Vossenbeek. In de praktijk blijkt de Vossenbeek ook in droge periodes watervoerend te zijn (informatie waterschap).

Tussen de eerst en de tweede fase van Borsche Maten loopt de Borsche Beek. Deze beek heeft een belangrijke afvoerfunctie in het regionale watersysteem. De afvoer uit de stedelijke gebieden bovenstrooms van Borne (Hengelo, Enschede) wordt via de Borsche Beek naar de Regge gevoerd.

De afvoer van beide beken moet tijdens de realisatie van de 2^e fase en in de uiteindelijke situatie gehandhaafd blijven. De herinrichting van de Hesselerbeek en de Vossenbeek dient nog nader te worden afgestemd met het Waterschap Regge en Dinkel. Voor werkzaamheden aan watergangen dient keurontheffing te worden aangevraagd. Om het goed functioneren van het oppervlaktewatersysteem te garanderen is onderhoud noodzakelijk. Dit onderhoud wordt door of namens het waterschap uitgevoerd. Bij de nadere uitwerking van de profielen moet nog worden bekeken of kan worden volstaan met een eenzijdig onderhoudspad van 3 meter.

In bijlage 7 is berekend dat volstaan kan worden met een minimaal profiel met een bodembreedte van 0,75 m en taluds van 1:1,5. De breedte tussen de insteken komt met dit profiel op ca. 7,4 m. De ruimte die in het stedenbouwkundig plan voor de beken is gereserveerd (16 m en 20 m voor, respectievelijk, de Hesselerbeek en de Vossenbeek) biedt voldoende ruimte voor dit minimale profiel en een enkelzijdig of dubbelzijdig onderhoudspad. Zie ook de dwarsprofielen op tekening 9R2384.A0/0371-601 (bijlage 2).

2.7 Geen afwenteling van het waterbezwaar

In het kader van het landelijk beleid voor het waterbeheer in de 21^e eeuw wordt er naar gestreefd het water in het plangebied zo veel mogelijk binnen de plangrenzen te bergen (infiltratie). Wanneer de infiltratiecapaciteit onvoldoende is dan wordt het water zo lang mogelijk vast gehouden (berging), alvorens het vertraagd wordt afgevoerd naar de beken en benedenstrooms gebied. Hierdoor komt de toekomstige afvoersituatie zoveel mogelijk overeen met de huidige onbebouwde situatie, zodat bij grote neerslaghoeveelheden ook gebieden die stroomafwaarts liggen, beschermd zijn tegen overstromingen. Het waterschap Regge en Dinkel stelt voor nieuwbouwgebieden als eis dat binnen het plangebied een bui van 40 mm geborgen kan worden en dat de maximale afvoer naar het oppervlaktewater niet meer dan 2x de afvoernorm voor landelijk gebied mag bedragen, ofwel 2,4 l/(s.ha). Van de te bergen 40 mm, wordt aangenomen dat ca. 3 mm niet tot afstroming komt (bijvoorbeeld door verdamping en plasvorming).

Het hemelwater dat op schone oppervlakken valt, stroomt via de straat af naar wadisystemen (Singelwonen). De berging in de wadisystemen voldoet aan de eisen van het waterschap voor lokale retentie (37 mm berging). Het water dat in de wadisystemen wordt geborgen infiltreert in de bodem en wordt toegevoegd aan het grondwater. In Tuinstad zal het water worden geborgen en geïnfiltreerd via waterpasseerbare verharding. Omdat de berging in dit systeem niet voldoet aan de eis van het waterschap (37 mm), is aanvullende berging nodig. Dit is gevonden in wadi's langs de rand van de bebouwing. Uitzondering hierop is het gedeelte van Tuinstad dat afvoert richting de Vossenbeek. Omdat een wadi tussen de bebouwing en de Vossenbeek landschappelijk zeer moeilijk is in te passen, is hier gekozen voor een beperkte berging. Voor de verhardingen die direct op deze infiltratievoorziening afwateren is 10 mm berging gerekend. Voor de waterpasseerbare verharding die, bij overbelasting, op de infiltratievoorziening afwatert, wordt geen aanvullende berging gerekend (totale berging voor deze verhardingen beperkt tot inhoud waterbergend wegcunet).

Als het aanbod van hemelwater de bergingscapaciteit te boven gaat, zal worden overgestort op oppervlaktewater. Langs een gedeelte van de 'Bornsche Beeklaan' is onvoldoende ruimte om de benodigde berging in de wadi's te realiseren. Hier is er voor gekozen de ondergrondse berging uit te voeren met infiltratiekratten. Deze geven, bij gelijke afmetingen, een grotere inhoud door het grote percentage holle ruimte (95% i.p.v. 35% voor een grindkoffer).

Door de wadi's wordt het hemelwater in de bodem geïnfiltreerd of stroomt via de drainage vertraagd af naar oppervlaktewater. De vertraging is zodanig dat de maximale afvoer (2,4 l/(s.ha)) die het waterschap voorschrijft, niet wordt overschreden.

3 PLANSITUATIE VESTE, TUINSTAD EN SINGELWONEN

3.1 Stedenbouwkundige beschrijving

De deelgebieden Veste, Tuinstad en Singelwonen liggen ten oosten van de Bornse Beek.

Deelgebied Veste ligt helemaal in de noordelijke punt van het plangebied en krijgt een centrumfunctie met een aantal voorzieningen voor de gehele uitbreiding Bornsche Maten. Daarnaast zal Veste een woonfunctie krijgen, voornamelijk in de vorm van appartementen (ca. 125 woningen). Veste zal in de toekomst verder worden uitgewerkt. Op dit moment is het niet mogelijk een riolerings- en hemelwatersysteem voor Veste te ontwerpen. Het rioleringsstelsel van Tuinstad is zo ontworpen dat het afvalwaterriool van Veste hierop in de toekomst aan kan sluiten. Het hemelwatersysteem zal onafhankelijk van dat van Tuinstad moeten functioneren en zal te zijner tijd gedimensioneerd worden.

Ten zuiden van Veste zal de wijk Tuinstad worden gerealiseerd. De opzet van deze wijk is conform het 'tuinstad'-idee zoals dit in het begin van de vorige eeuw veelvuldig is toegepast. Binnen Tuinstad is het oppervlak openbaar groen beperkt; alleen in het hart van de wijk is een groenvak van enige omvang. Rondom de wijk is een groenzone gedacht, waarin ook ruimte is voor bijvoorbeeld wadi's. In Tuinstad zullen ca. 385 woningen worden gerealiseerd.

Aan de zuidzijde van het plangebied, ten zuiden van Tuinstad, komt de wijk Singelwonen met ca. 295 woningen. Deze wijk is vernoemd naar de boogvormige wegen (singels) die de wijk doorkruisen. Ook hier is het groen geconcentreerd langs de rand van de wijk.

Tussen Tuinstad en Singelwonen zal de Vossenbeek lopen. Singelwonen wordt doorkruist door de Hesselerbeek. Beide beken zijn in beheer en onderhoud van het waterschap Regge en Dinkel. Dit stelt eisen aan de inpassing van de beken in de uitbreiding.

Aan de westzijde van het plangebied ligt het Beekpark, waarin de Bornse Beek loopt. Tussen het Beekpark en de woonwijken zal een ontsluitingsweg ('Bornsche Beeklaan') komen.

3.2 Maaiveldhoogte

De huidige maaiveldhoogten in het plangebied variëren van ca. 13,50 m + N.A.P. tot ca. 14,30 m + N.A.P. Op basis van de grondwaterstanden zullen delen van het terrein tot ca. 0,3 m opgehoogd moeten worden (Waterstructuurplan, DHV 31 oktober 2003). De straatpeilen die voortvloeien uit de in de beken optredende waterpeilen (paragraaf 2.4) voldoen aan dit advies.

De straatpeilen zullen aangepast moeten worden aan de hoogteverschillen die nodig zijn om het hemelwater, via goten, af te laten stromen naar de wadi's. In het gedeelte Singelwonen zijn de afstanden waarover het hemelwater af moet stromen naar de wadi's maximaal ca. 130 m, waardoor de benodigde hoogteverschillen beperkt zijn. In het gedeelte Tuinstad zijn deze afstanden groter. Omdat daardoor de hoogteverschillen

te groot worden is voor dit gedeelte gekozen voor het toepassen van waterpasseerbare verharding met berging en infiltratie in de wegfundering. De wadi's langs de randen dienen om het bergingstekort op te vangen. De wegen in Tuinstad zullen een zeer gering afschot krijgen richting de wadi's zodat het hemelwater, als de berging in het wegcunet volledig gevuld is, naar de randen van de wijk af kan stromen.

3.3 Bodemeigenschappen

De bodemeigenschappen zijn vastgelegd in de rapportage Inventarisatie Bodemgesteldheid en geohydrologie Bornsche Maten (DHV, ON-H 20031671, 23 oktober 2003). Hieronder zijn de meest relevante gegevens samengevat.

3.3.1 Bodem

Uit de bodemkaart, die de bovenste 1,2 m van de bodem beschrijft, blijkt dat in de Bornsche Maten voornamelijk Beekeerdgronden (52%) worden aangetroffen, bestaande uit lemig fijn zand. Het kenmerk van dergelijke gronden, die hier zijn afgezet door de Bornse Beek, is dat kleiige of lemige lagen ondiep voor kunnen komen. De bodem in een beekdal bestaat vaak uit een sterk wisselend gelaagde profielopbouw van veen, zand, zavel en klei (beekdalgronden, ongeveer 10%).

Uit de boorbeschrijvingen en sonderingen blijkt dat de bodem bestaat uit zeer fijn tot matig fijn zand, met een siltige en soms humeuze bijmenging. Op enkele plaatsen is matig fijn zand met grind aangetroffen. Op verschillende diepten komen kleiige en lemige lagen voor met diktes variërend van enkele decimeters tot enkele meters. De lemige en kleiige lagen vormen geen duidelijke aaneengesloten pakketten. Op enkele plaatsen komen dunne veenlagen voor op een diepte rond de 5 meter beneden maaiveld. De totale dikte van deze afwisseling van kleiige, venige en zandige lagen is 7 tot 11 m. De afwisselende lithologie duidt op de hoog dynamische omstandigheden die horen bij de periglaciale fluviaatiele afzettingen die hier volgens de grondwaterkaart worden aangetroffen. Onder de afwisseling van kleiige en zandige lagen beginnen de keileemafzettingen.

3.3.2 Doorlatendheid

De doorlatendheid van de lagen is in het veld ingeschat. Bij de meeste boringen is de doorlatendheid van de zandige lagen in geschat tussen de 1,5 en 5 meter per dag. Uit de boringen blijkt dat de doorlatendheid plaatselijk sterk kan verschillen. Enerzijds komen er zeer goed doorlatende grof zandige lagen met grind voor, terwijl anderzijds aan de oppervlakte zeer fijne zandlagen voorkomen met een geschatte doorlatendheid van minder dan een 0,5 meter per dag.

De gemiddelde k-waarden varieerden in de ondiepe peilbuizen (met een filterstelling van 1,0 tot 1,5 m-mv) tussen de 1,4 en de 2,9 m/dag en in de diepe peilbuizen (met een filterstelling van 2 tot 3 m-mv) tussen de 1,3 en de 5,2 m/dag. Gemiddeld bedroegen de k-waarden zowel ondiep als diep 2,4 m/dag.

4 RIOLERINGSPLAN

4.1 Algemeen

In dit hoofdstuk wordt het ontwerp van de DWA-riolering beschreven. Omdat er in het kader van “doelmatig omgaan met hemelwater” gekozen is om geen verhard oppervlak aan te sluiten op de riolering, wordt in dit hoofdstuk alleen gesproken over de droogweerafvoer van de deelgebieden Tuinstad en Singelwonen. Voor het deelgebied Veste is geen rioolstelsel ontworpen omdat dit deelgebied nog nader uitgewerkt zal worden.

4.2 Ontwerppuntgangspunten

Voor het ontwerpen van het DWA-rioleringssysteem worden de volgende uitgangspunten gehanteerd.

- De riolering wordt opgebouwd uit kunststof leidingen met een diameter van tenminste Ø250 mm.
- Binnen het plangebied (Veste, Tuinstad en Singelwonen) ca. 800 woningen geprojecteerd. Bij het ontwerp wordt uitgegaan van 2,6 inwoners per woningen met een maximale productie 0,012 m³/h/inw.
- Maximale buisvulling van 50 % van de doorsnede van de buis.
- Kunststof inspectieputten met een inwendige afmeting van minimaal 0,8 m.
- Maximale afstand tussen de putten is 100 m.
- Beginstrengen hebben tot een lengte van maximaal 150 m een verhang van 4 promille en vervolgens tot 300 meter een verhang van 3 promille om voldoende zelfreinigend vermogen te kunnen realiseren. Hoofdstrengen hebben een verhang van 2 promille en voor maximaal belaste strengen die aansluiten op het gemeaal mag volstaan worden met een verhang van 1 promille.
- Een begindekking op de buis van minimaal 0,80 m, gestreefd wordt naar minimaal 1,00 m. De dekking op de streng nabij het gemeaal mag maximaal circa 4,0 m zijn.
- Het rioolgemeaal wordt uitgerust met twee dompelpompen (elkaars reserve). Geadviseerd wordt om uit te gaan van een merk pomp dat al veel is toegepast in de gemeente Borne.
- Er worden geen (nood)overlaten in het systeem opgenomen. Het rioolgemeaal is voldoende bedrijfszeker omdat het wordt uitgevoerd met dubbel opgestelde pompen die als elkaars reserve functioneren. Daarnaast is er voldoende berging aanwezig in leidingen en putten om bij calamiteiten een redelijke responstijd te hebben.
- Bij kruisingen met beken moet er minimaal 1,00 m dekking zijn op de rioolbuis (uitgaande van de bodemhoogte volgens de legger).

4.3 Ontwerp

4.3.1 Algemeen

Het ontwerp van het droogweerafvoersysteem is weergegeven op tekening 9R2384.A0/2323-301, d.d. 19-11-2007. De tekening is als bijlage 1 toegevoegd aan dit rapport. Op de tekening zijn de putnummers, binnen onderkant buis, afvoerrichtingen, maaiveldhoogte en diameters weergegeven. Daarnaast is het hemelwaterriool van de ‘Bornsche Beeklaan’ op deze tekening weergegeven. De aangegeven maaiveldhoogten volgen uit de beekpeilen en het benodigde afschot van de wegen naar de wadi’s. Bij de nadere uitwerking van de plannen moeten deze hoogtes wellicht worden aangepast.

De persleiding zal aansluiten op het gemengde rioolstelsel van Borne. Het lozingspunt en het tracé van de persleiding zullen nader moeten worden vastgesteld.

In het vuilwaterstelsel zijn op enkele plaatsen sprongen aangebracht in de buishoogtes. Dit is om een goede verdeling van het afvalwater te verkrijgen waardoor verstoppingen worden voorkomen (zogenaamde 'vertakte stroming').

4.3.2 Berekening

Debiet

Het debiet van het rioolgemaal wordt bepaald op basis van het aantal inwoners van de deelgebieden. In Veste, Tuinstad en Singelwonen worden in totaal ca. 800 woningen gebouwd. In De Veste zijn voorzieningen gepland met een maatschappelijke functie. De droogweerafvoer van deze voorzieningen is in dit stadium niet in te schatten. Uitgaande van een gemiddelde woningbezetting van 2,6 inwoner per woning moet rekening worden gehouden met ongeveer 2080 inwoners. Voor het bepalen van het debiet van het gemaal is een afvoercapaciteit gehanteerd van 12 l/h per inwoner. Het totale aanbod aan huishoudelijk afvalwater is dan $800 * 2,60 * 0,012 = 24,96 \text{ m}^3/\text{h}$.

Voor de afvoer van het hemelwater (first flush) van de 'Bornsche Beeklaan' is een capaciteit van ca. $1,3 \text{ m}^3/\text{h}$ nodig.

Geadviseerd wordt een pompcapaciteit van $50 \text{ m}^3/\text{h}$ te installeren. Dit geeft voldoende ruimte voor toekomstige ontwikkelingen en het afvalwateraanbod vanuit Veste. Het gemaal zal overigens nooit meer afvoeren dan er aan afvalwater wordt aangeboden.

Buisvulling

De maximale buisvulling is vastgesteld op 50%. Uitgaande van een verhang van 2 promille is de afvoercapaciteit van een volledig gevulde leiding van $\text{Ø}250 \text{ mm}$ circa $100 \text{ m}^3/\text{h}$. De benodigde gemaalcapaciteit is $35 \text{ m}^3/\text{h}$, inclusief reservecapaciteit. Hiermee zal een waterdiepte in de leiding van $\text{Ø}250 \text{ mm}$ ca. 0,1 m zijn. Een diameter van 250 mm is dus ruim voldoende om aan de vullingseis te voldoen.

5 HEMELWATERAFVOERPLAN

5.1 Algemeen

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de omgang met hemelwater. Voor de deelgebieden Tuinstad en Singelwonen wordt het verharde oppervlak niet aangesloten op de riolering. In Tuinstad is de afstroomlengte naar de wadi's te lang. Daarom zal een groot gedeelte van Tuinstad worden voorzien van waterpasseerbare verharding en waterberging en infiltratie via het wegcunet. In dit ontwerp is er van uitgegaan dat Singelwonen volledig zal afwateren naar wadi's. Bij de nadere uitwerking kan er voor gekozen worden ook in Singelwonen de verharding geheel of gedeeltelijk uit te voeren met waterpasseerbare verharding. In dat geval kunnen de wadi's kleiner worden uitgevoerd omdat er minder water in geborgen hoeft te worden.

Een wadi is een constructie die bestaat uit een ondiepe greppel (ca. 0,3 m diep, waterdiepte maximaal ca. 0,2 m) die het grootste gedeelte van de tijd droog staat en daaronder een grindkoffer met daarin een drain. De grond tussen de greppel en de grindkoffer bestaat uit goed doorlatende zandgrond met een gering humusgehalte (ca. 5%). Tussen de greppel en de drain in de grindkoffer wordt een overloopconstructie aangelegd (de 'slokok'). Deze treedt in werking als de doorlaatcapaciteit van de greppelbodem te beperkt is. Als de greppel en de grindkoffer geheel gevuld zijn stort het extra aanbod aan water over op een benedenstroomse greppel of wadi en uiteindelijk op oppervlaktewater. Op tekening 9R2384.A0/0371-601 is een principedetail opgenomen van een wadi.

Waterpaseerbare verharding bestaat uit bestratingsmateriaal dat het hemelwater doorlaat naar de onderliggende fundering. Dat kan door de voegen of door het materiaal zelf, afhankelijk van de leverancier. Om een voldoende stabiele wegconstructie te verkrijgen, ondanks de waterberging, worden hoge eisen gesteld aan het funderingsmateriaal. In het ontwerp is uitgegaan van een fundering met een holle ruimtepercentage van 30% en een dikte van 0,35 m.

In de volgende paragrafen worden de ontwerpuitgangspunten voor de wadi's en de waterpasseerbare verharding toegelicht. In bijlage 4 is een overzicht opgenomen van de hoeveelheid verhard oppervlak per afstroomvlak (per wadi of gedeelte waterpasseerbare verharding). Op basis hiervan is het ontwerp bepaald.

Voor het opstellen van het ontwerp van hemelwatersysteem zijn de uitgangspunten gehanteerd zoals deze zijn opgenomen in paragraaf 5.2.

5.2 Ontwerputgangspunten

Algemeen

- Bij een wadi voor de woning zal het water zonder verdere voorzieningen in de openbare ruimte, afstromen naar de voorziening;
- Indien voor de woning geen wadi komt, zal het water afstromen naar de wegverharding. In Tuinstad zal de wegverharding (waterpasseerbaar) nagenoeg horizontaal worden aangelegd zonder goten. In Singelwonen zal, afhankelijk van het gewenste beeld, gekozen worden voor een enkele of een dubbele goot;
- Maximale afstand voor afvoer van hemelwater over straat is afhankelijk van het maaiveldverloop;

- Verhang van straat (langshelling) voor afvoer van hemelwater is circa 3‰, ofwel 0,30 m per 100 m, in Tuinstad wordt het langsverhang beperkt tot ca. 1‰;
- Daar waar de afstroomlengtes te groot worden (> ca. 150 m) wordt waterpasseerbare verharding toegepast;
- Waar nodig zullen op kruisingsvlakken voorzieningen worden toegepast die het hemelwater leiden naar de ontvangende voorziening. Het ontwerp van deze voorzieningen maakt geen onderdeel uit van dit rapport. In hoofdstuk 7 zijn aanbevelingen opgenomen voor de verdere uitwerking van het ontwerp;
- Ter plaatse van kruisingen tussen wegen en wadi's, wordt de weg wat verlaagd aangelegd, zodat bij grote neerslaghoeveelheden het water oppervlakkig van de ene wadi naar de volgende kan stromen;
- De goten zijn berekend op een constante afvoer van 20 l/(s.ha). Bij overbelasting zal het water buiten de goot treden. Omdat de wegen aflopen naar de wadi's zal dit niet tot overlast leiden. De afvoercapaciteit van de wegen is zo groot dat deze in de praktijk nooit overbelast zullen worden;
- Om de hoeveelheid hemelwater te kunnen verwerken zijn goten nodig van ca. 0,7 m breed en 5 cm diep (diepste punt). Als gekozen wordt voor dubbele goten dan kan worden volstaan met een breedte van 0,35 m per goot. Het materiaal waarin de goten worden uitgevoerd moet passen bij het gewenste beeld van de weg. Zie bijlage 6 voor de maximale debieten in de goten volgens module C2200 van de leidraad Riolering;
- De berging in de wegfundering in Tuinstad is onvoldoende om aan de bergingseis van het waterschap te voldoen. Aanvullend is daarom berging gecreëerd in wadi's langs de rand. Het overtollige water zal via de wegen afstromen naar de wadi's. De gemeente acht het acceptabel dat gedurende hevige en/of langdurige regenval het water over de weg afstroomt;
- In verband met de afvoerende functie van de wegen wordt geadviseerd in het wegprofiel uit te gaan van verhoogde trottoirs;
- Bij het bepalen van de berging in de wegfundering is er van uitgegaan dat onder bepaalde weggedeeltes (met name de kruisingsvlakken) geen waterbergende fundering zal worden toegepast (in verband met kruisingen nutsleidingen etc.).

Wadi

- De bodems van de wadi's worden horizontaal aangelegd om een goede verdeling van het hemelwater over de wadi te waarborgen. Dit houdt in dat de bodem van de wadi's niet in alle gevallen parallel met het maaiveld lopen;
- De wadi's in Singelwonen hebben een berging van 37 mm. Het regenwater infiltreert vanuit de wadi's via de ondergrond naar het grondwater;
- De wadi's in Tuinstad hebben een inhoud waarmee de totale berging op 37 mm komt. Uitzondering hierop is het infiltratieveld tussen de bebouwing en de Vossenbeek. In verband met de ruimtelijke inpassing is hier gekozen voor een berging van 10 mm betrokken op het direct op de wadi afwaterende oppervlak. Voor de vlakken met waterpasseerbare verharding die via deze wadi afwateren wordt het bergingstekort (ten opzichte van de eis van 37 mm) niet gecompenseerd;
- Het wateroppervlak van de wadi (bij een waterpeil van 0,20 m) is als verhard oppervlak meegenomen in de dimensionering. Hiervoor is bij het berekenen van de benodigde afmetingen de te bergen waterschijf (37 mm) van het waterpeil van 0,20 m afgetrokken;
- Voor het bergen van het hemelwater wordt onder de wadi aggregaat (grind o.i.d.) toegepast in een zogenaamde grindkoffer. Voor het bergend vermogen van het

- aggregaat is uitgegaan van 35% holle ruimte. Daar waar de ruimte beperkt is worden infiltratiekratten (holle ruimte ca. 95%) toegepast in plaats van grind;
- Rondom de grindkoffer wordt een filterdoek toegepast;
 - In de grindkoffer wordt een drain toegepast met een diameter van 100 mm. Het bovengrondse deel van de wadi (greppel) kan via een slokop overstorten naar de grindkoffer. De slokop wordt aangesloten op de drain in de grindkoffer;
 - De waterdiepte in de wadi is 0,20 m. Als het peil in de wadi's verder stijgt, treden de slokops in werking. De bodem van de wadi's liggen 0,30 m onder de insteek. Als het waterpeil in de wadi's stijgt tot boven 0,30 m zal het water, bij voorkeur over het oppervlak, afstromen naar een benedenstroomse wadi en, uiteindelijk, naar oppervlaktewater;
 - Voor de grondverbetering wordt niet leemhoudende grond met een k waarde van ca. 5 m/etmaal toegepast, bestaande uit grof zand met humus.

Waterpasseerbare verharding

- Voor de berging in het cunet van waterpasseerbare verharding is uitgegaan van een dikte van 0,35 m en een holle ruimte van 30%;
- Daar waar de berging in het cunet lager is dan de eis van 37 mm, zal het bergingstekort worden opgevangen in wadi's langs de rand van de wijk (uitgezonderd de vlakken die afwateren op het infiltratieveld langs de Vossenbeek). Het water wordt zoveel mogelijk over het wegoppervlak naar deze wadi's worden gevoerd.

5.3 Verhard oppervlak

Voor het dimensioneren van de wadi's is het verhard oppervlak bepaald op basis van het aantal woningen en de lengte van de wegen die afwateren op de betreffende wadi. In tabel 2 is per wadi het aangesloten verhard oppervlak weergegeven. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen dakoppervlak en wegoppervlak. De nummering van de wadi's komt overeen met de ontwerptekening. De wadi's in deelgebied Tuinstad hebben een "T" voor het volgnummer, de wadi's in Singelwonen een "S".

Het gemiddeld verhard oppervlak per woning is circa 277 m².

Tabel 2: Overzicht verhard oppervlak per wadi

Voorziening	Aantal woningen	Dakoppervlak [m ²]	Wegen [m ²]	Totaal [m ²]
Wadi T1	59	5.500	7.163	12.663
Wadi T2	67	6.139	8.185	14.324
Wadi T3	64	5.850	7.092	12.942
Wadi T4	32	2.754	3.961	6.715
Wadi T5	31	2.664	3.833	6.497
Wadi T6*	53	4.994	6.677	11.671
Wadi T7*	46	4.235	5.418	9.653
Wadi S1	8	1.160	960	2.120
Wadi S2	14	1.790	3.840	5.630
Wadi S3	8	840	800	1.640
Wadi S4	9	945	960	1.905
Wadi S5	13	1.045	960	2.005
Wadi S6	25	2.125	3.480	5.605
Wadi S7	37	3.515	4.150	7.665
Wadi S8	37	3.385	4.020	7.405
Wadi S9	15	1.655	2.590	4.245
Wadi S10	45	2.475	2.860	5.335
Wadi S11	0	0	1.120	1.120
Wadi S12	0	21.000	21.000	42.000
Wadi E1	15	2.175	2.400	4.575
Totaal	578	74.246	91.469	165.715

* Wadi's T6 en T7 zijn infiltratievelden (dus zonder onderliggende grindkoffer en slokop) met een beperkte inhoud.

5.4 Ontwerp

Met de in paragraaf 5.2 genoemde ontwerpgrondslagen is per wadi het ontwerp gemaakt. In tabellen 3a en 3b is de benodigde inhoud per wadi aangegeven. Op tekening 9R2384.A0/0371-601 zijn de wadi's op de juiste locaties ingetekend. De afmetingen in tabellen 3a en 3b komen overeen met de op tekening aangegeven globale vorm. Bij het verder uitwerken van het ontwerp kan de vorm van de wadi's aangepast worden. De ligging (uitstroompunten) en de inhoud van de wadi's gelden daarbij als randvoorwaarde.

Op tekening 9R2384.A0/0371-601 is ook aangegeven wat de afstroomrichting van de goten in de wegen zal zijn en zijn indicatief de straatpeilen weergegeven. Ook is aangegeven welke oppervlakken afwateren per wadi.

Voor de achterpaden is ervan uitgegaan dat hier een autonome infiltratievoorziening wordt toegepast (bijvoorbeeld infiltratiekratten) die het water van de bergingen en de achterpaden infiltreren in de bodem. Deze infiltratievoorzieningen worden voorzien van een overlaat over het trottoir naar de omliggende wegen. Daarnaast wordt drainage in de achterpaden gelegd.

5.5 Wadi

Op basis van het verharde oppervlak dat op de verschillende wadi's afwatert en de beschikbare ruimte, zijn de afmetingen van de wadi's bepaald. Hierbij is rekening gehouden met een ruimte van ca. 1 m tussen de kant van de verharding en de insteek van de wadi (waar van toepassing). De op tekening indicatief aangegeven begrenzing van de wadi's is inclusief deze berm(en). In tabellen 3a en 3b is aangegeven wat de berging in het bovengrondse deel van de wadi is (greppel) en in het ondergrondse deel (grindkoffer). Tabel 3a heeft betrekking op de wadi's in het gedeelte Tuinstad en tabel 3b op Singelwonen.

In tabellen 3a en 3b is per wadi een samenvatting gegeven van het talud, het oppervlak van de wadi, het aangesloten verhard oppervlak (inclusief oppervlak van de wadi), de inhoud van de wadi, de breedte, hoogte en lengte van de bufferzone en de inhoud van de bufferzone. Bij het uitwerken van het inrichtingsplan kan blijken dat een andere vorm en/of andere afmetingen van de wadi's gewenst zijn. Dit is mogelijk mits voldaan wordt aan de aangegeven benodigde berging.

Bij wadi's S7 en S8 (gecombineerd tot één wadi) is de ruimte tussen de parkeerplaatsen en de 'Bornsche Beeklaan' beperkt. De ondergrondse berging bij deze wadi's is uitgevoerd met infiltratiekragen. Op de overige locaties is voldoende ruimte aanwezig voor wadi's voorzien van grindkoffers. In het ontwerp is ervan uitgegaan dat de hoogte van de infiltratiekragen overeenkomt met die van de grindkoffers. De GHG (Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand) blijft onder de onderkant van de grindkoffers en de infiltratiekragen.

Wadi nummer	Totaal aangesloten oppervlak		Totaal benodigde berging (37 mm)	Berging in 'aquaflo'	Talud	Inhoud greppel	Lengte grindkoffer	Breedte grindkoffer	Inhoud grindkoffer	Totale inhoud wadi
	Direct	Via 'aquaflo'								
	[m ²]	[m ²]	[m ³]	[m ³]	[-]	[m ³]	[m]	[m]	[m]	[m ³]
Wadi T1	3.521	9.142	469	212	1:3	122	106	5,2	134	257
Wadi T2	4.344	9.980	530	203	1:3	156	134	5,2	171	327
Wadi T3	5.558	7.385	479	97	1:3	182	157	5,2	200	382
Wadi T4	3.466	3.249	248	63	1:3	91	120	3,2	94	185
Wadi T5	3.416	3.081	240	63	1:3	87	115	3,2	90	177
Wadi T6*	3.423	8.248	432	398	1:10	11	Nvt	Nvt	Nvt	34
Wadi T7*	2.157	7.496	357	335	1:10	7	Nvt	Nvt	Nvt	22

Tabel 3a: Wadi's Tuinstad

*: Wadi's T6 en T7 zijn geen 'echte' wadi's omdat een grindkoffer ontbreekt. Dit zijn in principe infiltratievelden met zeer flauwe taluds en een beperkte waterdiepte.

Tabel 3b: Wadi's Singelwonen

Wadi nummer	Aangesloten oppervlak	Totaal benodigde berging (37 mm)	Talud	Inhoud greppel	Lengte grindkoffer	Breedte grindkoffer	Inhoud grindkoffer	Totale inhoud wadi
	[m ²]	[m ³]		[m ³]	[m]	[m]	[m ³]	[m ³]
Wadi S1	2.120	78	1:3	37	32	5,2	41	78
Wadi S2	5.630	208	1:3	96	38	12,2	112	208
Wadi S3	1.640	61	1:3	28	18	7,2	32	61
Wadi S4	1.905	70	1:3	33	21	7,2	37	70
Wadi S5	2.005	74	1:3	35	22	7,2	39	74
Wadi S6	5.605	207	1:3	99	85	5,2	109	207
Wadi S7*	7.665	284	1:3	71	61	5,2	212*	284
Wadi S8*	7.405	284	1:3	69	59	5,2	205*	284
Wadi S9	4.245	157	1:3	75	65	5,2	82	157
Wadi S10	5.335	197	1:3	92	52	8,2	105	197
Wadi S11	1.120	41	1:3	20	27	3,2	21	41
Wadi S12	42.000	1554	1:3	702	56	62,2	852	1554
Wadi E1**	4.575	169	1:3	73	122	3,2	96	169

*: Bij wadi's S7 en S8 is de ondergrondse berging uitgevoerd met infiltratiekragen in plaats van met een grindkoffer in verband met de beperkte ruimte.

** : Op de tekening is de vorm van wadi E1 aangepast aan het stedenbouwkundig ontwerp. Binnen de aangegeven vorm kan meer berging worden gerealiseerd dan de noodzakelijke 189 m³. Afhankelijk van de uiteindelijke uitwerking kan gekozen worden de grindkoffer minder groot uit te voeren of gedeeltelijk achterwege te laten.

5.6 Bronmaatregelen

Om verontreinigingen van het grond- en oppervlaktewater zoveel mogelijk te voorkomen wordt geadviseerd om geen uitlogende materialen zoals zink, lood of koper toe te passen als dakbedekking of voor de dakafvoeren. Hierover kunnen afspraken worden gemaakt met de projectontwikkelaar(s) en/of de bouwers. Daarnaast kan gedacht worden aan de volgende bronmaatregelen in de gebruiksfase:

- Geen of beperkt wegzout te gebruiken;
- Regelmatig verwijderen van straatvuil;
- Regelmatig vegen van straten en goten;
- Geen chemische onkruidbestrijding;
- Verzinkt straatmeubilair voorzien van een coating;
- Geen verduurzaamd hout toe te passen;
- Geen auto's te wassen.

Deze bronmaatregelen zijn maar zeer beperkt dwingend op te leggen. Er zal vooral, door voorlichting, gestreefd moeten worden naar bewustwording en mentaliteitsveranderingen bij de bewoners.

6 DRAINAGEPLAN

6.1 Algemeen

In dit hoofdstuk wordt het ontwerp van het drainagesysteem behandeld. Aan de hand van de gestelde eisen en randvoorwaarden is het ontwerp gemaakt.

De kenmerken van de bodem zijn beschreven in paragraaf 3.3. Volgens het rapport "inventarisatie bodemgesteldheid en geohydrologie" (DHV, 23 oktober 2003) is ten noorden van de Vossenbeek (huidige ligging) een dunne lemige laag aangetroffen op minder dan 2 meter onder het maaiveld. Geadviseerd wordt ter plaatse van deze ondoorlatende laag grondverbetering toe te passen. In de rest van het plangebied is infiltratie en drainage zonder meer mogelijk. De doorlatendheid van de zandige lagen worden geschat tussen de 1,5 en 5 m/dag.

Om aan de benodigde drooglegging te voldoen wordt in het gehele gebied, met uitzondering van de oppervlakte groen, een drainagesysteem aangelegd. In het grootste deel van het gebied is de doorlatendheid van de bodem zodanig dat volstaan kan worden met extensieve drainage, waarbij de drains alleen onder de wegen en onder de wadi's worden aangelegd. Ter plaatse van de aangetroffen lemige laag ten noorden van de Vossenbeek zal, zoals gezegd, grondverbetering moeten plaatsvinden om de lemige laag te doorbreken.

Om afzetting van ijzer te voorkomen wordt er doorgaans naar gestreefd de drainage onder de GLG (Gemiddeld Laagste Grondwaterstand) aan te leggen. Omdat de GLG in het plangebied laag is, zou dit in de Borsche Maten betekenen dat de drainage diep komt te liggen. Vanwege de hoge kosten die het diep aanleggen van drainage met zich meebrengt wordt daarom gekozen voor een hooggelegen drainage, waarbij de leidingen op ca. 1,2 m onder het straatpeil (minimaal 1,00 m) worden aangelegd. Uitvloeking en afzetting van ijzer zal door middel van het regelmatig doorspoelen van de drainage zoveel mogelijk moeten worden voorkomen.

6.2 Ontwerputgangspunten en berekeningen

Voor het ontwerp van de drainage zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Minimale dekking op de drains is 1 m;
- Drainage in het wegcunet ter plaatse van de riolering, bij dubbele wegen aan de zijkanten;
- Drainage loost onder vrij verval op de Borsche Beek;
- Lozingshoogte in de Borsche Beek is minimaal 12,80 + N.A.P;
- Ontwerpafvoer drainage is 5 mm/dag;
- Maximale opbolling tussen de drains is 0,30 m;
- Opbolling wordt berekend met behulp van de formule van Hooghoudt;
- Toe te passen diameter drains $\varnothing 110$ mm.

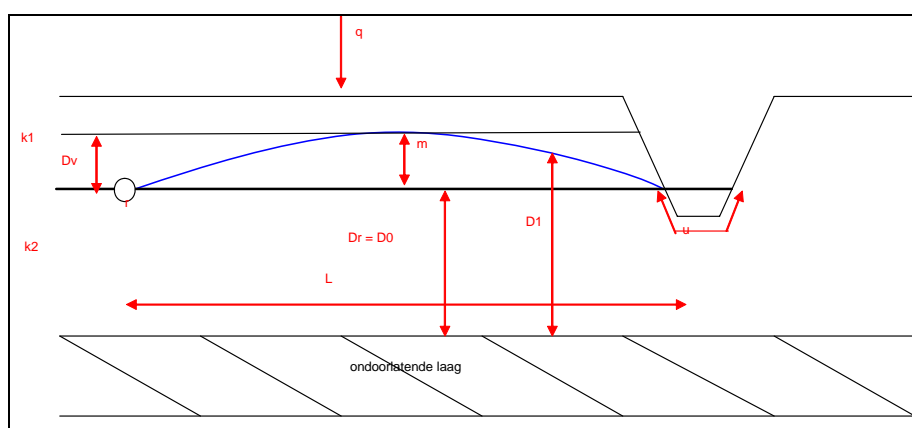
6.3 Stationaire drainageberekeningen

Met behulp van de formule van Hooghoudt zijn stationaire drainageberekeningen uitgevoerd. Naast de genoemde uitgangspunten met betrekking tot bodemopbouw en geohydrologie zijn de overige uitgangspunten:

- Ontwerpfvoer 5 mm/dag (Segeren en Hengeveld, Bouwrijpmaken van terreinen, SBR nr. 99, 1984);
- Maximale opbolling tussen drains is 0,3 m;
- Diameter drains is 0,10 m.

Uit de boringen die in het kader van het draagkrachtonderzoek zijn geplaatst blijkt dat op enkele plaatsen op circa 2 m-mv een leemlaag voorkomt. Als laagdikte wordt voor de berekeningen dan ook uitgegaan van een laagdikte van 1,00 m.

Een minimale drainafstand van circa 40 m wordt berekend. Indien er geen leemlaag aanwezig is zal de reikwijdte van bemaling toenemen. Bij een maximale dikte van het freatisch watervoerende pakket van circa 10 m (DHV, 2003) bedraagt de maximale benodigde drainafstand circa 80 m.



Figuur 2: Situatietekening drainageberekeningen m.b.v. Hooghoudt

Er wordt geen drainage gelegd op de erfscheidingen waar zich geen achterpaden bevinden en waar de tuinen aan elkaar grenzen. Indien het hemelwater dat aan de achterkant van de woningen ter plaatse van de tuinen valt, niet wordt afgevoerd maar geïnfilteerd wordt kunnen de grondwaterstanden hier wel stijgen tot < 0,7 m-mv. De vraag is of dit acceptabel is. Als dit niet het geval is zal op de erfscheidingen alsnog drainage moeten worden aangelegd. Bovendien is het advies om de achtertuinen goed door te spitten zodat de infiltratiecapaciteit van de bodem voldoende is en het hemelwater makkelijk via de bodem het grondwater kan bereiken.

6.4 Draindiepte

Er wordt gekozen voor de aanleg van het drainagesysteem op circa 1,2 m-mv. Nadeel van een aanleghoogte boven het niveau van de gemiddeld laagste grondwaterstand ca. 2 m-mv (GLG) is dat de drain zich in de gley-zone bevindt waardoor er in het drainsysteem ijzer kan neerslaan. Gekozen is voor een hogere aanleghoogte om de volgende redenen:

1. Met een hogere diepteligging is altijd (ook bij hoge waterstanden tot NAP +12,75 m afvoer onder vrij verval naar de Bornsche beek mogelijk.
2. Gezien de relatief diepe ligging van de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) is aanleg van de drainage onder het niveau van de GLG geen optie. Het aanlegniveau (< 12 m +NAP) komt dan onder het gemiddelde peilniveau van de Bornsche beek
3. De drainage ligt op deze wijze in het wegcunet en niet eronder;

4. Een aantal boringen tonen op circa 2 m-mv een leemlaag aan, bij een diepere aanleg zal de drain in de slecht doorlatende leemlaag worden aangebracht wat onwenselijk is;
5. Bij een diepere aanleghoogte dienen de inspectieputten uitgevoerd te worden met zogenaamde 'doorspuitarmen';
6. Indien ontijzering niet in de drainage zelf plaatsvindt zal de ontijzering plaatsvinden in de Bornsche beek waar het drainagewater wordt geloosd.

Het hoger aanleggen van de drainage betekent dat ontijzering in de drains plaatsvindt. De drainage zal regelmatig moeten worden doorgespoten. Hierbij kan het water mogelijk worden geloosd op de riolering en worden afgevoerd naar de RWZI.

6.5 Ligging drainage

Drainage wordt zoveel mogelijk in het wegcunet aangebracht. Dit is mogelijk daar waar de wegen niet al te breed zijn. Indien dit wel het geval is bijvoorbeeld bij gescheiden rijbanen dient drainage tweezijdig te worden aangelegd. Daarnaast is het verstandig om uitleggers aan te brengen zodat de particuliere grondbezitter de mogelijkheid heeft om drainagewater afkomstig van zijn/haar perceel kwijt te kunnen. Op plaatsen waar waterpasseerbare verharding wordt toegepast zal de drainage naast deze verharding worden aangelegd.

6.6 Algemene adviezen over drainage in Bornsche Maten 2^e fase

Door de opbolling tussen de drains komt het grondwater in de achtertuinen van de woningen tot ca. 0,75 m onder het straatpeil. In de praktijk blijkt dat de doorlatendheid van de bodem in de eerste jaren na aanleg van de woningen slecht is, waardoor de afvoer naar de drainage moeilijker gaat en de opbolling groter wordt. Dit is een gevolg van het ophogen van de gronden en de bouwactiviteiten. Binnen een aantal jaren herstelt de bodemstructuur zich en wordt de doorlatendheid beter. Om wateroverlast in de eerste jaren na oplevering van de woningen te voorkomen is het aan te bevelen tijdens het bouwrijpmaken de bestaande zode te breken en de tuinen na voltooiing van de bouwactiviteiten diep door te spitten.

De drains in de grindkoffers onder de wadi's voeren af op een hoogte van ca. 13,60 + N.A.P. Omdat de wadi's grenzen aan het beekpark/de Bornsche Beek, is het niet zinvol de drainage van de wadi's te koppelen aan het drainagesysteem. Het drainagesysteem zal daarom 'eigen' uitstroompunten krijgen.

Het ontwerp van het drainagesysteem is op tekening weergegeven. Bij het nader uitwerken van het ontwerp zullen de volgende uitgangspunten in acht moeten worden gehouden:

- Drains vlak aanleggen, eventueel een licht afschot richting uitstroompunt;
- Drains ca. 1,2 m onder straatpeil, minimale dekking 1,0 m;
- Doorspuitpunten (pvc-putten Ø315 mm) op ca. 100 m afstand van elkaar en op hoeken/kruisingen;
- Bij de uitstroompunten voorzieningen treffen om uitspoeling te voorkomen;
- De uitstroomleidingen uitvoeren in Ø 160 mm.

7 AANDACHTSPUNTEN VERDERE UITWERKING

De volgende aandachtspunten zijn van belang bij de verdere uitwerking.

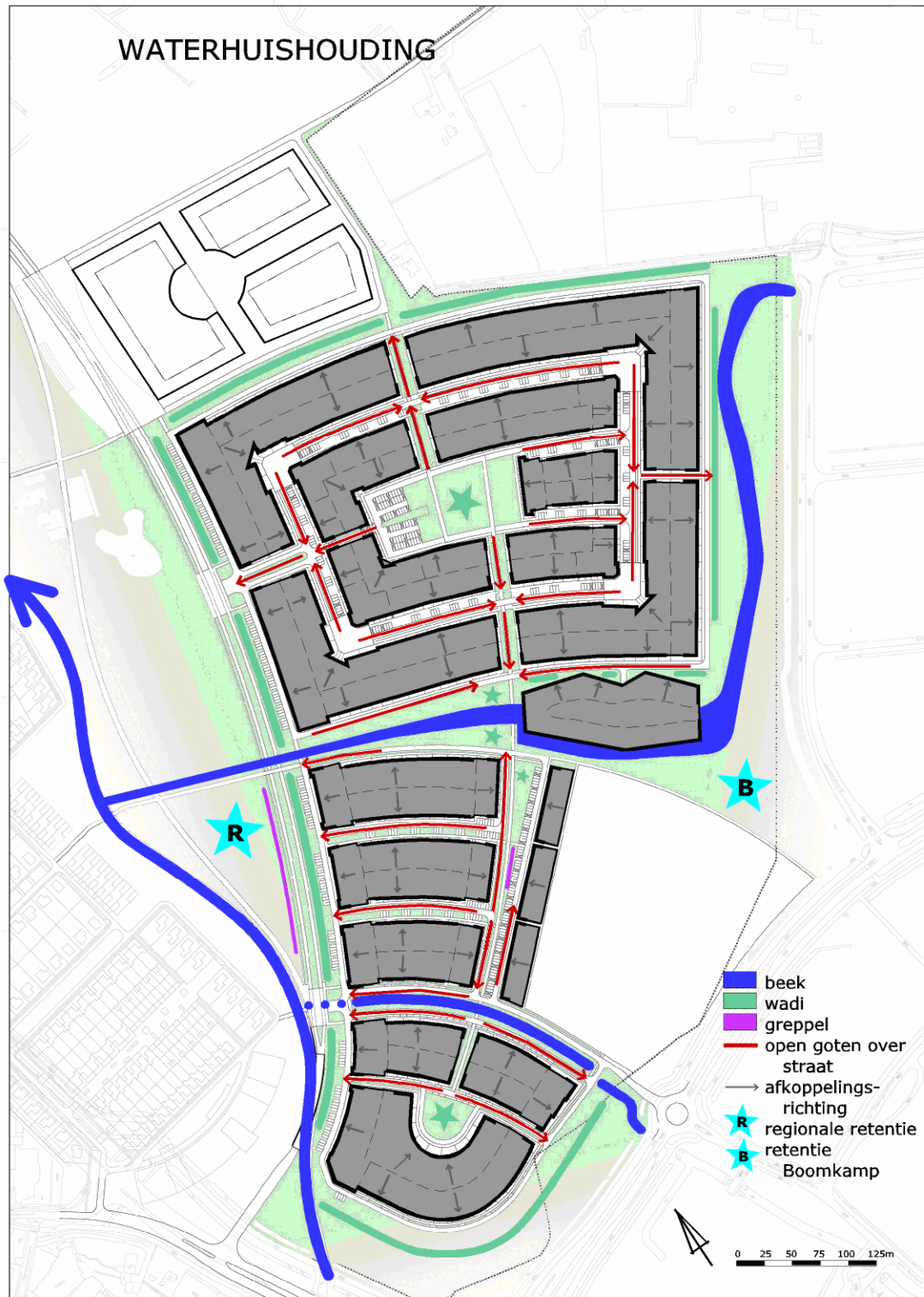
- De vorm van de wadi's is op de tekening slechts indicatief aangegeven. Bij het ontwerpen van de openbare ruimte kan de vormgeving worden aangepast. Hierbij geldt de benodigde inhoud als randvoorwaarde. Daarnaast moet rekening worden gehouden met de plaats waar het hemelwater vanuit de goot (of goten) in de wadi kan stromen.
- Ter plaatse van kruisingen van wegen zal het hemelwater ongehinderd door de goot verder moeten kunnen stromen. Hiermee moet met het ontwerp rekening worden gehouden. Om hinder voor, vooral fietsers, brommers en motoren, te voorkomen, kunnen bij kruisingen overdekte goten worden toegepast. Om de beleefbaarheid van het oppervlakkige afvoeren niet aan te tasten wordt geadviseerd de goten wel zichtbaar te houden door, bijvoorbeeld, lijngoten met dekroosters toe te passen.
- Bij het ontwerpen van verkeersremmende maatregelen moet rekening worden gehouden met de afvoergoten in de wegen en met het feit dat de weg, bij hoge afvoeren, gedeeltelijk watervoerend zal zijn. Het toepassen van verkeersdrempels is daardoor moeilijk en wordt daarom afgeraden.
- Bij het ontwerp van de woningen moet rekening worden gehouden met de bovengrondse afvoer van hemelwater aan de voorzijde van de woning. Daken die geheel of gedeeltelijk naar de achterzijde van de woning afwateren, vragen hierbij aandacht. Bij vrijstaande of geschakelde woningen is het vaak mogelijk het dakwater via het dak van een garage/berging of via een molgoot langs de woning naar de straat te voeren. Bij rijenwoningen is dit minder eenvoudig. Gekozen kan worden voor een oplossing met een leiding onder de woning door, waarbij het water aan de straatzijde 'opwelt'. Eventueel kunnen ook infiltratievoorzieningen worden gerealiseerd op eigen terrein achter de woningen.

BIJLAGE 1
Tekening DWA-stelsel 9R2384.A0/2323-301
(los bijgevoegd)

BIJLAGE 2
Tekening Hemelwatersysteem en drainage 9R2384.A0/0371-601
(los bijgevoegd)

BIJLAGE 3

Facetkaart Water



BIJLAGE 4

Verdeling verhard oppervlak per wadi (op basis van stedenbouwkundig plan)

verhard oppervlak en inhoud wadi's bornsche maten 2e fase incl boomkamp (juni 2006)															
wadi	t1			t2			t3			t4			t5		
	aantal	Fv/stuk	Fv-totaal	aantal	Fv/stuk	Fv-totaal	aantal	Fv/stuk	Fv-totaal	aantal	Fv/stuk	Fv-totaal	aantal	Fv/stuk	Fv-totaal
rijtjeswon.	26	55	1430	42	55	2310	4	55	220	0	55	0	8	55	440
2/1-kap	41	105	4305	16	105	1680	19	105	1995	30	105	3150	29	105	3045
vrijstaand	4	145	580	10	145	1450	17	145	2465	18	145	2610	31	145	4495
bijzonder	1	170	170	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
weg 13 m	570	13	7410	180	13	2340	140	13	1820	150	13	1950	300	13	3900
weg 8m	0	8	0	495	8	3960	220	8	1760	290	8	2320	360	8	2880
weg 5m	170	5	850	0	5	0	75	5	375	0	5	0	0	5	0
dakoppervlak:			6485			5440			4680			5760			7980
wegoppervlak:			8260			6300			3955			4270			6780
totaal verhard oppervlak:			14745			11740			8635			10030			14760
aantal woningen:			72			68			40			48			68
			(= 205 m2/won)			(= 173 m2/won)			(= 216 m2/won)			(= 209 m2/won)			(= 217 m2/won)
Benodigde berging (37mm):			546			434			319			371			546
wadi	t6														
	aantal	Fv/stuk	Fv-totaal												
rijtjeswon.	12	55	660												
2/1-kap	42	105	4410												
vrijstaand	23	145	3335												
bijzonder	0	0	0												
weg 13 m	270	13	3510												
weg 8m	330	8	2640												
weg 5m	0	5	0												
dakoppervlak:			8405												
wegoppervlak:			6150												
totaal verhard oppervlak:			14555												
aantal woningen:			77												
			(= 189 m2/won)												
Benodigde berging (37mm)			539												

wadi	s1			s2			s3			s4			s5		
	aantal	Fv/stuk	Fv-totaal	aantal	Fv/stuk	Fv-totaal	aantal	Fv/stuk	Fv-totaal	aantal	Fv/stuk	Fv-totaal	aantal	Fv/stuk	Fv-totaal
rijtjeswon.	0	55	0	0	55	0	0	55	0	0	55	0	8	55	440
2/1-kap	0	105	0	6	105	630	8	105	840	9	105	945	3	105	315
vrijstaand	8	145	1160	8	145	1160	0	145	0	0	145	0	2	145	290
bijzonder	0	170	0	0		0	0		0	0		0	0		0
weg 13 m	0	13	0	240	13	3120	0	13	0	0	13	0	0	13	0
weg 8m	120	8	960	90	8	720	100	8	800	120	8	960	120	8	960
weg 5m	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0
dakoppervlak:			1160			1790			840			945			1045
wegoppervlak:			960			3840			800			960			960
totaal verhard oppervlak:			2120			5630			1640			1905			2005
aantal woningen:			8			14			8			9			13
			(= 265 m2/won)			(= 402 m2/won)			(= 205 m2/won)			(= 212 m2/won)			(= 154 m2/won)
Benodigde berging (37mm):			78			208			61			70			74
wadi	s6			s7			s8			s9			s10		
	aantal	Fv/stuk	Fv-totaal	aantal	Fv/stuk	Fv-totaal	aantal	Fv/stuk	Fv-totaal	aantal	Fv/stuk	Fv-totaal	aantal	Fv/stuk	Fv-totaal
rijtjeswon.	14	55	770	13	55	715	18	55	990	4	55	220	45	55	2475
2/1-kap	6	105	630	17	105	1785	9	105	945	4	105	420	0	105	0
vrijstaand	5	145	725	7	145	1015	10	145	1450	7	145	1015	0	145	0
bijzonder	0	170	0	0		0	0		0	0		0	0		0
weg 13 m	200	13	2600	270	13	3510	260	13	3380	110	13	1430	220	13	2860
weg 8m	110	8	880	80	8	640	80	8	640	145	8	1160	0	8	0
weg 5m	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0
dakoppervlak:			2125			3515			3385			1655			2475
wegoppervlak:			3480			4150			4020			2590			2860
totaal verhard oppervlak:			5605			7665			7405			4245			5335
aantal woningen:			25			37			37			15			45
			(= 224 m2/won)			(= 207 m2/won)			(= 200 m2/won)			(= 283 m2/won)			(= 119 m2/won)
Benodigde berging (37mm):			207			284			274			157			197

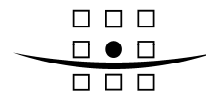
BIJLAGE 5

Afmetingen wadi's (indicatief)

algemene invoer																
okt-07																
gewenste berging (per wadi): 37 mm																
percentage holle ruimte grindkoffer: 35%																
hoogte grindkoffer: 0.7 m																
tuinstad																
invoer																
nummer	gewenste berging	beschikbare breedte	talud	bermbreedte langs zijden	berm 1- of 2-zijdig	bermbreedte kopzijden	berm 1- of 2-zijdig	max. waterdiepte	insteek tot waterpeil	berekende lengte	waterdiepte	oppervlak	inhoud greppel	inhoud koffer	inhoud	
	[m²]	[m]	{1:..}	[m]	[1/2]	[m]	[1/2]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m²]			[m³]	
t1	256.95	8	3	1	1	1	2	0.2	0.1	109	0.2	875	122	134	257	
t2	326.82	8	3	1	1	1	2	0.2	0.1	138	0.2	1105	156	171	327	
t3	381.74	8	3	1	1	1	2	0.2	0.1	161	0.2	1285	182	200	382	
t4	185.36	7	3	1	2	1	2	0.2	0.1	124	0.2	867	91	94	185	
t5	177.28	7	3	1	2	1	2	0.2	0.1	119	0.2	830	87	90	177	
t6	34.23	10	10	1	2	1	2	0.1	0.05	62	0.1	620	34	0	34	
t7	21.57	10	10	1	2	1	2	0.1	0.05	41	0.1	410	22	0	22	
nummer	verhard oppervlak	beschikbare breedte	talud	bermbreedte langs zijden	berm 1- of 2-zijdig	bermbreedte kopzijden	berm 1- of 2-zijdig	max. waterdiepte	insteek tot waterpeil	berekende lengte	waterdiepte	oppervlak	inhoud greppel	inhoud koffer	inhoud	
	[m²]	[m]	{1:..}	[m]	[1/2]	[m]	[1/2]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m²]			[m³]	
e1	4575	7	3	1	2	1	2	0.2	0.1	126	0.2	882	73	96	169	
singelwonen																
invoer																
nummer	verhard oppervlak	beschikbare breedte	talud	bermbreedte langs zijden	berm 1- of 2-zijdig	bermbreedte kopzijden	berm 1- of 2-zijdig	max. waterdiepte	insteek tot waterpeil	berekende lengte	waterdiepte	oppervlak	inhoud greppel	inhoud koffer	inhoud	
	[m²]	[m]	{1:..}	[m]	[1/2]	[m]	[1/2]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m²]			[m³]	
s1	2120	11	3	2	2	2	2	0.2	0.1	38	0.2	418	37	41	78	
s2	5630	15	3	1	1	1	2	0.2	0.1	41	0.2	620	96	112	208	
s3	1640	10	3	1	1	1	2	0.2	0.1	22	0.2	221	28	32	61	
s4	1905	10	3	1	1	1	2	0.2	0.1	25	0.2	250	33	37	70	
s5	2005	10	3	1	1	1	2	0.2	0.1	26	0.2	261	35	39	74	
s6	5605	10	3	1.5	2	1	2	0.2	0.1	89	0.2	890	99	109	207	
s7	7665	10	3	1.5	2	1	2	0.2	0.1	65	0.2	652	71	212	284	
s8	7405	10	3	1.5	2	1	2	0.2	0.1	63	0.2	631	69	205	274	
s9	4245	8	3	1	1	1	2	0.2	0.1	68	0.2	547	75	82	157	
s10	5335	12	3	1	2	1	2	0.2	0.1	56	0.2	674	92	105	197	
s11	1120	6	3	1	1	1	2	0.2	0.1	31	0.2	184	20	21	41	
s12	42000	65	3	1	1	1	2	0.2	0.1	60	0.2	3881	702	852	1554	

BIJLAGE 6
Maximale debieten in open goten (Leidraad Riolering, module C2200)

Gootbreedte:	0,7 m			1,0 m		
Verhang	Profiel diepte [m]					
[‰]	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08
0,5	2,2 l/s	3,3 l/s	4,5 l/s	4,7 l/s	8,3 l/s	12,8 l/s
1,0	3,1 l/s	4,6 l/s	6,3 l/s	6,6 l/s	11,8 l/s	18,1 l/s
1,5	3,8 l/s	5,7 l/s	7,7 l/s	8,1 l/s	14,4 l/s	22,1 l/s
2,0	4,4 l/s	6,5 l/s	8,9 l/s	9,3 l/s	16,6 l/s	25,5 l/s
2,5	5,0 l/s	7,3 l/s	10,0 l/s	10,4 l/s	18,6 l/s	28,5 l/s
3,0	5,4 l/s	8,0 l/s	10,9 l/s	11,4 l/s	20,4 l/s	31,3 l/s
3,5	5,9 l/s	8,6 l/s	11,8 l/s	12,3 l/s	22,0 l/s	33,8 l/s
4,0	6,3 l/s	9,2 l/s	12,6 l/s	13,2 l/s	23,5 l/s	36,1 l/s
4,5	6,6 l/s	9,8 l/s	13,4 l/s	14,0 l/s	24,9 l/s	38,3 l/s
5,0	7,0 l/s	10,3 l/s	14,1 l/s	14,7 l/s	26,3 l/s	40,4 l/s
5,5	7,3 l/s	10,8 l/s	14,8 l/s	15,5 l/s	27,6 l/s	42,3 l/s
6,0	7,7 l/s	11,3 l/s	15,5 l/s	16,1 l/s	28,8 l/s	44,2 l/s
6,5	8,0 l/s	11,8 l/s	16,1 l/s	16,8 l/s	30,0 l/s	46,0 l/s
7,0	8,3 l/s	12,2 l/s	16,7 l/s	17,4 l/s	31,1 l/s	47,8 l/s



BIJLAGE 7
Berekening peilen in watergangen Bornsche Maten fase 2

Inleiding

Het plangebied van de 2^e fase van de Bornsche Maten wordt door 2 waterlopen doorsneden. Omdat gegevens betreffende de waterpeilen ontbreken zijn deze door Royal Haskoning berekend. In deze bijlage zijn de notities waarin de resultaten van deze berekening zijn weergegeven opgenomen.

In de eerste notitie (31 oktober 2005) is uitgegaan van de peilen in de Bornsche Beek zoals deze in eerste instantie door het waterschap zijn aangeleverd. Later zijn de peilen in de Bornsche Beek herzien en is een aangepaste notitie opgesteld (5 maart 2007)

In beide notities zijn de waterpeilen berekend wanneer uitgegaan wordt van minimale profielafmetingen voor de waterlopen (bodembreedte van 0,75 m en taluds 1:1,5). Als ruimere stroomprofielen worden gerealiseerd dan zullen de peilen bovenstrooms lager zijn dan berekend.

Aan : Stef van Wanrooij
Van : Bert Hendriks, Frenk Wisselink en Han Grobbe
Datum : 31 oktober 2005
Kopie : -/-
Onze referentie : 9R2384.B0/N001/HWG/ABROO/Ensc

Betreft : Berekningen peilen watergangen Bornsche Maten 2e fase

Inleiding

In opdracht van de gemeente Borne is ten behoeve van het op te stellen riolerings- en waterhuishoudingsplan voor de 2^e fase van de Bornsche Maten onderzoek gedaan naar de toekomstige waterpeilen in het uitbreidingsgebied 2^e fase Bornsche Maten. De 2^e fase van het uitbreidingsplan "Bornsche maten" ligt ten oosten van de Bornse Beek. Door het gebied stromen twee beken, de Vossenbeek en de Hesselerbeek. Deze beken moeten integreren in het stedenbouwkundig plan. Waterschap Regge en Dinkel heeft eisen gesteld aan de toekomstige inrichting en dimensies van de twee beken. Op basis van de voorgenomen inrichting en de eisen/adviezen van het waterschap is nu in eerste instantie bepaald of de verwachte peilen bij verschillende maatgevende afvoeren voldoen aan de door het waterschap gestelde eisen.

Uitgangspunten berekeningen

Met behulp van een eenvoudig oppervlaktewatermodel (SOBEK) zijn uitgaande van het minimaal benodigde profiel de verwachte peilen in de watergangen berekend. Als uitgangspunten voor deze berekening zijn de ontwerpcriteria en eisen/adviezen van het waterschap aangehouden.

Eis waterschap:

- Behoud van de huidige afvoerfunctie.

Advies waterschap:

- Droogleggingsnorm van 1,1 m-mv bij een kwart van de maatgevende afvoer (1/4Q);
- Bij extreme afvoerhoeveelheden (2 x de maatgevende afvoer, 2Q) een minimale waakhoogte van 0,50 meter.

Ontwerpcriteria

Naast de eerder genoemde eisen en adviezen zijn de volgende ontwerpcriteria van het waterschap aangehouden:

- minimale bodembreedte: 0,75 m (Waterbeheersplan 2002-2005);
- minimaal talud: 1:1,5 (Waterbeheersplan 2002-2005);
- maximale stroomsnelheid bij maatgevende afvoer: 0,7 m/s (mondelijke mededeling de heer Van der Scheer, Waterschap Regge en Dinkel);
- minimale stroomsnelheid bij ¼ maatgevende afvoer: 0,2 – 0,4 m/s (mondelijke mededeling de heer Van der Scheer, Waterschap Regge en Dinkel).

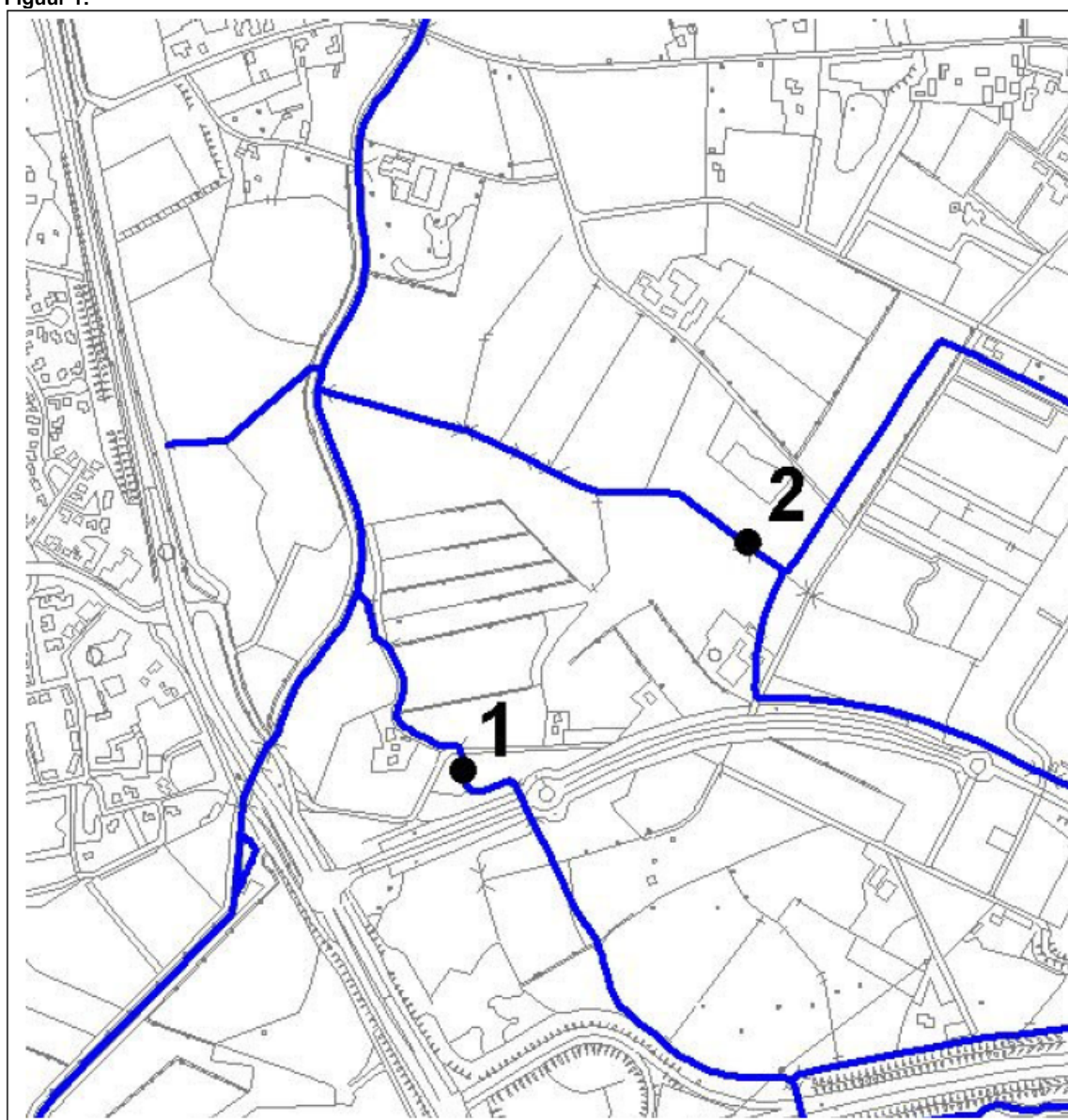
Huidige afvoer

De huidige maatgevende afvoeren afkomstig uit het stroomgebied van de betreffende beken zijn berekend door het waterschap. In tabel 1 zijn de afvoeren weergegeven zoals bekend op de locaties die zijn weergegeven in figuur 1.

Tabel 1: Berekende maatgevende afvoeren achterliggend gebied

	1/4Q	1Q	2Q
Hesselerbeek (1)	0.19 m ³ /s	0.73 m ³ /s	1.5 m ³ /s
Vossenbeek (2)	0.27 m ³ /s	1.2 m ³ /s	2.4 m ³ /s

Figuur 1:



Figuur 1: Locaties waar afvoeren zijn berekend

De maximaal toegestane afvoer uit het plangebied is 2,4 l/s/ha (bruto plangebied). Dit is gebaseerd op een 2Q afvoersituatie (zie waterbeheerplan Waterschap Regge en Dinkel). Dit betekent dat de maximale afvoer uit het plangebied, tijdens een 2Q situatie, maximaal circa 0,01 m³/s is. Aangezien deze extra afvoer, in vergelijking met de totale afvoer uit de betreffende stroomgebieden, minimaal is, is deze extra afvoer niet meegenomen in de berekeningen.

Waterstanden Bornse Beek

Zowel de Hesselerbeek als de Vossenbeek wateren af op de Bornse Beek. De Bornse Beek staat, in de huidige situatie, in open verbinding met de Hesselerbeek en de Vossenbeek. De waterstand van de Bornse Beek is daardoor bepalend voor de waterstand in zowel de Hesselerbeek als de Vossenbeek. In maatgevende situaties is deze waterstand, circa 12,30 m+NAP (Waterstructuurplan DHV, 2003). In extreme situaties (2Q) neemt de waterstand in de Bornse Beek toe tot circa 13,10 m+NAP (Waterstructuurplan DHV, 2003). Voor de profielberekening zijn genoemde waterstanden als benedenstroomse randvoorwaarde opgegeven.

Eens in de 250 jaar treedt, ter hoogte van de Bornsche Maten, statistisch gezien een waterstand in de Bornse Beek op van 13,35 m+NAP (Waterstructuurplan DHV, 2003). Het te verleggen deel van de Hesselerbeek en Vossenbeek hoeft niet op deze zeer extreme situatie ontworpen te worden. Desondanks is, voor de 2Q situatie, toch gekeken naar de invloed van deze extreme hoge waterstand in de Bornse Beek op de waterstanden van de Hesselerbeek en Vossenbeek.

Bodemhoogte

De bodemhoogtes van de beken in de huidige situatie zijn bekend. Als uitgangspunt voor de (eerste) profielberekeningen zijn de bodemhoogtes voor het toekomstige profiel geschat op basis van de huidige bodemhoogte. In tabel 3 staan de betreffende bodemhoogtes vermeld.

Maaiveldhoogte

De in dit onderzoek aangehouden maaiveldhoogtes langs de beek en van het plangebied zijn afkomstig van het meest recente stedenbouwkundig plan.

Resultaten

Het minimale profiel is iteratief berekend op basis van de bijbehorende berekende waterstanden en stroomsnelheden. Op basis van die waterstanden en de voorgestelde maaiveldhoogte van het plangebied is de drooglegging bij verschillende afvoeren bepaald. Deze zijn vergeleken met de normen en adviezen van het waterschap.

In tabel 2 zijn de berekende waterstanden en stroomsnelheden weergegeven. Dit is gedaan voor vier locaties en bij verschillende maatgevende afvoeren. Daarnaast is in de tabel de drooglegging bij $\frac{1}{4}$ maatgevende afvoer (1/4Q) en bij 2 x de maatgevende afvoer (2Q) vermeld. De gegevens van de bijbehorende profielen van de te verleggen beken staan in tabel 3.

De locaties zijn genummerd van 1 t/m 4 en zijn voor zowel de Hesselerbeek als de Vossenbeek, als volgt:

- 1 bovenstrooms aansluiting oude beek
- 2 bovenstrooms rand nieuwbouwwijk
- 3 midden nieuwbouwwijk
- 4 benedenstrooms rand nieuwbouwwijk

Tabel 2: Berekende waterstanden

Hesselerbeek									
	mv	Water stand 1/4Q	Drooglegging (m)	Snelheid (m/s)	Nat oppervlak (m ²)	Water stand 2Q	Drooglegging (m)	Snelheid (m/s)	Nat oppervlak (m ²)
1		12.77		0.30	0.64	13.36		0.63	2.40
2	14.1	12.72	1.38	0.32	0.57	13.31	0.79	0.65	2.27
3	14.3	12.58	1.72	0.35	0.55	13.21	1.09	0.64	2.37
4	13.6	12.40	1.20	0.39	0.47	13.12	0.48	0.59	2.57

Vossenbeek									
	mv	Water stand 1/4Q	Drooglegging (m)	Snelheid (m/s)	Nat oppervlak (m ²)	Water stand 2Q	Drooglegging (m)	Snelheid (m/s)	Nat oppervlak (m ²)
1		12.90		0.32	0.85	13.62		0.72	3.35
2	14.1	12.83	1.27	0.32	0.83	13.54	0.56	0.73	3.29
3	13.9	12.71	1.19	0.34	0.79	13.40	0.50	0.77	3.12
4	13.9	12.52	1.38	0.42*	0.62	13.20	0.70	0.87*	2.73

*afwijkende stroomsnelheid veroorzaakt door abrupte overgang naar ander profiel

Tabel 3: Minimaal benodigd profiel, horende bij tabel 2

Hesselerbeek					
	Hoogte slootbodembodem (m+NAP)	Maaiveld (m+NAP)	Bodem-breedte	Talud	Afstand insteek - insteek
1	12.32		0.75	1.5	
2	12.30	14.1	0.75	1.5	6.14
3	12.17	14.3	0.75	1.5	7.13
4	12.04	13.6	0.75	1.5	5.43

Vossenbeek					
	Hoogte slootbodembodem (m+NAP)	Maaiveld (m+NAP)	Bodem-breedte	Talud	Afstand insteek - insteek
1	12.36		0.75	1.5	
2	12.29	14.1	0.75	1.5	6.17
3	12.19	13.9	0.75	1.5	5.88
4	12.08	13.9	0.75	1.5	6.22

Drooglegging

Uitgaande van het berekende profiel en de genoemde maaiveldhoogtes ter plekke van de locaties blijkt uit de bovenstaande tabellen dat de droogleggingsnorm van 1,1 m bij een 1/4Q, langs beide beken en op alle locaties ruimschoots gehaald wordt. De berekende drooglegging bij 1/4Q varieert tussen circa 1,2 m – 1,7 m.

Waakhoogte

Voor extreme situaties (2Q), die statistisch gezien 1 maal per 10 jaar voor zullen komen, is een drooglegging berekend van 0,5m – 1,10m. Aan de eis van een minimale waakhoogte van 0,5 m wordt dus voldaan.

In tabel 4 worden de berekende waterstanden weergegeven die optreden wanneer in zeer extreme situaties de Bornse Beek een waterstand heeft van 13,35 m+NAP en de afvoersituatie 2 x de maatgevende afvoer is.

Tabel 4: Berekende waterstanden in extreme situaties met extreem hoog peil Bornse Beek

Hesselerbeek			
	Hoogte maaiveld (m+NAP)	Water- stand (m+NAP)	Droog- legging (m)
1		13.46	
2	14.1	13.44	0.66
3	14.3	13.39	0.91
4	13.6	13.36	0.24

Vossenbeek			
	Hoogte maaiveld (m+NAP)	Water- stand (m+NAP)	Droog- legging (m)
1		13.67	
2	14.1	13.60	0.50
3	13.9	13.50	0.40
4	13.9	13.38	0.52

Stroomsnelheid

Het waterschap heeft normen gesteld voor de stroomsnelheid bij $\frac{1}{4}$ maatgevende afvoer ($\frac{1}{4}$ Q) en bij een maatgevende afvoer (1Q). Deze normen zijn 0,2-0,4 m/s voor een $\frac{1}{4}$ Q en 0,7 m/s bij 1Q. De berekende stroomsnelheid bij $\frac{1}{4}$ Q varieert tussen 0,3 m/s en 0,4 m/s. Ook de berekende stroomsnelheid bij de maatgevende afvoer, die 1 à 2 x per jaar voorkomt, valt binnen de norm van het waterschap. Voor de Hesselerbeek is de berekende maximale stroomsnelheid bij 2Q al kleiner dan de norm. De berekende stroomsnelheid in de Vossenbeek is bij maatgevende afvoer circa 0,60 m/s en valt daarmee ook binnen de norm.

Conclusies en aanbevelingen

Op basis van de eerste berekeningen valt het volgende te zeggen:

- De droogleggingsnorm bij $\frac{1}{4}$ maatgevende afvoer en het gekozen profiel wordt zowel langs de Hesselerbeek als langs de Vossenbeek ruimschoots gehaald;
- Een waakhoogte van 0,5m wordt bij 2 maal de maatgevende afvoer situaties (2Q en peil Bornse Beek 13,10m+NAP) op alle locaties gehaald;
- Bij extreme hoge waterstanden in de Bornse Beek (13,35 m +NAP, situatie die statistisch 1 maal per 250 jaar voorkomt en 2 maal de maatgevende afvoer vanuit de Vossenbeek en
- Hesselerbeek treedt geen inundatie vanuit de Vossenbeek en Hesselerbeek op;
- De berekende stroomsnelheden vallen binnen de normen van het waterschap;
- Het gekozen minimale profiel voldoet aan de ontwerpcriteria van het waterschap.

Aan : Stef van Wanrooij
Van : Frenk Wisselink en Corné de Leeuw
Datum : 19 april 2007
Kopie : -/-
Onze referentie : 9R2384.B0/N002/CdL/Ensc

**Betreft : Nieuwe berekeningen peilen watergangen
Bornsche Maten 2e fase**

Inleiding

In opdracht van de gemeente Borne is ten behoeve van het op te stellen riolerings- en waterhuishoudingsplan voor de 2^e fase van de Bornsche Maten onderzoek gedaan naar de toekomstige waterpeilen in het uitbreidingsgebied 2^e fase Bornsche Maten. Door het gebied stromen twee beken, de Vossenbeek en de Hesselerbeek. Waterschap Regge en Dinkel heeft eisen gesteld aan de toekomstige inrichting en dimensies van de twee beken. Op basis van de voorgenomen inrichting en de eisen/adviezen van het waterschap is in oktober 2005 bepaald of de verwachte peilen bij verschillende maatgevende afvoeren voldoen aan de door het waterschap gestelde eisen. Uit recente berekeningen ("reggemodel") bleken de extreme waterstanden in de Bornsche Beek lager te zijn dan de waterstanden die in de eerste studie naar de peilen van Bornsche Maten 2 zijn gehanteerd. Tevens heeft het waterschap behoefte aan berekening van de waterstanden in de Vossenbeek op een locatie die niet is opgenomen in de eerdere berekeningen. Daarom zijn de berekeningen voor de Vossenbeek opnieuw bekeken.

Uitgangspunten berekeningen

Met behulp van een eenvoudig oppervlaktewatermodel (SOBEK) zijn uitgaande van het minimaal benodigde profiel de verwachte peilen in de Vossenbeek berekend. Als uitgangspunten voor deze berekening zijn de ontwerpcriteria en eisen/adviezen van het waterschap aangehouden.

Eis waterschap:

- Behoud van de huidige afvoerfunctie.

Advies waterschap:

- Droogleggingsnorm van 1,1 m-mv bij een kwart van de maatgevende afvoer (1/4Q);
- Bij extreme afvoerhoeveelheden (2 x de maatgevende afvoer, 2Q) een minimale waakhogte van 0,50 meter.

Ontwerpcriteria

Naast de eerder genoemde eisen en adviezen zijn de volgende ontwerpcriteria van het waterschap aangehouden:

- minimale bodembreedte: 0,75 m (Waterbeheersplan 2002-2005);
- minimaal talud: 1:1,5 (Waterbeheersplan 2002-2005);

Huidige afvoer

De huidige maatgevende afvoeren afkomstig uit het stroomgebied van de betreffende beken zijn berekend door het waterschap. Voor de berekeningen in deze notitie is de meest extreme afvoer van de Vossenbeek gehanteerd, de 2Q-situatie die gemiddeld

eens per 10 jaar voorkomt. De afvoer van de Vossenbeek is in deze situatie gelijk aan $2.4 \text{ m}^3/\text{s}$.

De maximaal toegestane afvoer uit het plangebied is $2,4 \text{ l/s/ha}$ (bruto plangebied). Dit is gebaseerd op een 2Q afvoersituatie (zie waterbeheerplan Waterschap Regge en Dinkel).

Dit betekent dat de maximale afvoer uit het plangebied, tijdens een 2Q situatie, maximaal circa $0,01 \text{ m}^3/\text{s}$ is. Aangezien deze extra afvoer, in vergelijking met de totale afvoer uit de betreffende stroomgebieden, minimaal is, is deze extra afvoer niet meegenomen in de berekeningen.

Waterstanden Bornse Beek

Zowel de Hesselerbeek als de Vossenbeek wateren af op de Bornsche Beek. De Bornsche Beek staat, in de huidige situatie, in open verbinding met de Hesselerbeek en de Vossenbeek. De waterstand van de Bornsche Beek is daardoor bepalend voor de waterstand in zowel de Hesselerbeek als de Vossenbeek. Bij een kwart van de maatgevende afvoer ($1/4\text{Q}$) is deze waterstand, circa $12,10 \text{ m+NAP}$. In extreme situaties (2Q) neemt de waterstand in de Bornse Beek toe tot circa $12,75 \text{ m+NAP}$. Eens in de 250 jaar treedt, ter hoogte van de Bornsche Maten, statistisch gezien een waterstand in de Bornse Beek op van $12,90 \text{ m+NAP}$.

In de nieuwste ontwerpen van Bornsche Maten 2^e fase wordt uitgegaan van een stuw aan de benedenstroomse zijde van de Vossenbeek, vlak voor het beekparkgebied (regionale retentie) bij de verbinding met de Bornsche Beek. Deze stuw zal een vast stuwpeil hebben van $1,1$ meter onder maaiveld (circa $\text{NAP} + 12,95 \text{ m}$) en dient met name om droogvallen van de Vossenbeek te voorkomen. Aangezien het stuwpeil hoger is dan de extreme waterstanden in de Bornsche Beek, zal de waterstand in de Vossenbeek alleen afhangen van het stuwpeil en de afvoer en niet van de waterstand in de Bornsche Beek.

Bodemhoogte

De bodemhoogtes van de beken in de huidige situatie zijn bekend. Als uitgangspunt voor de (eerste) profielberekeningen zijn de bodemhoogtes voor het toekomstige profiel geschat op basis van de huidige bodemhoogte. In tabel 3 staan de betreffende bodemhoogtes vermeld.

Maaiveldhoogte

De in dit onderzoek aangehouden maaiveldhoogtes langs de beek en van het plangebied zijn afkomstig van het meest recente stedenbouwkundig plan.

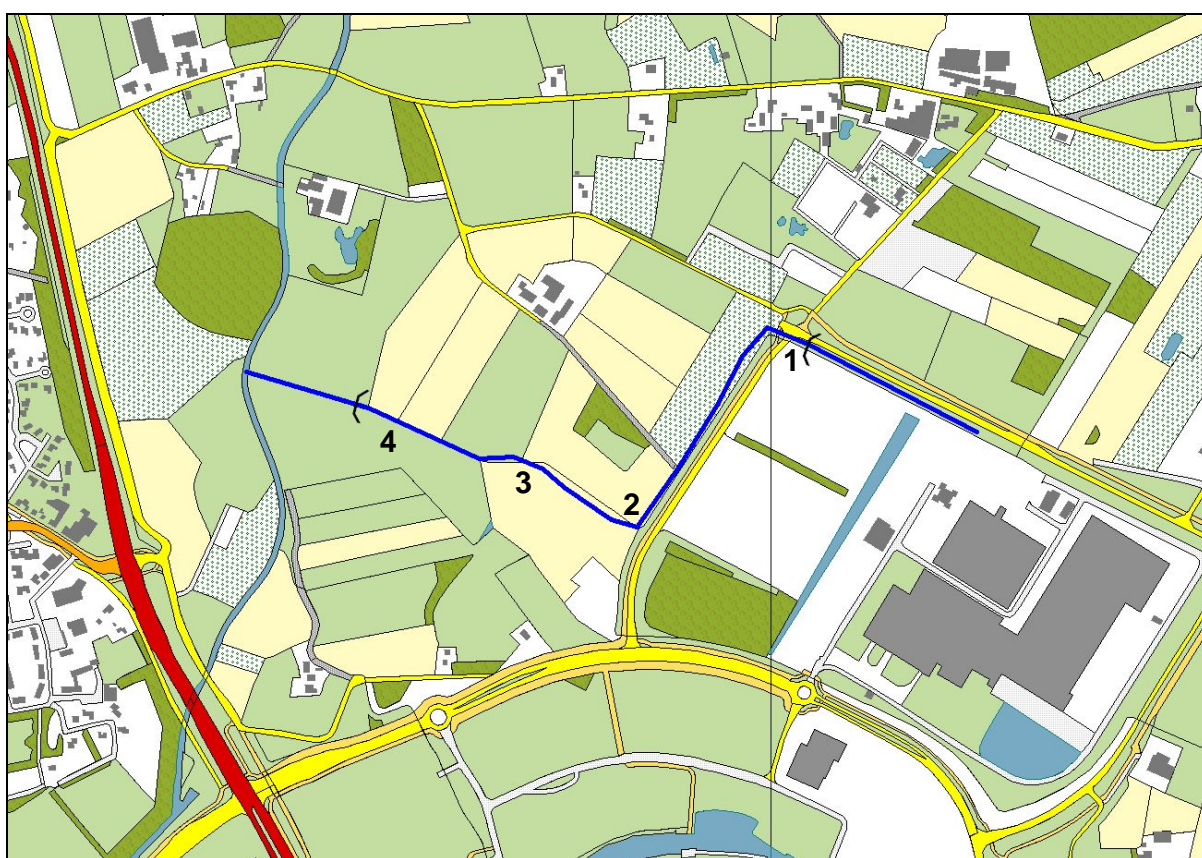
Resultaten

Het minimale profiel is iteratief berekend op basis van de bijbehorende berekende waterstanden en stroomsnelheden. Op basis van die waterstanden en de voorgestelde maaiveldhoogte van het plangebied is de drooglegging bepaald. Deze is vergeleken met de normen en adviezen van het waterschap. De berekende waterstanden zijn in tabel 2 weergegeven voor vier locaties. De locaties van de berekende waterstanden zijn weergegeven in figuur 1. De gegevens van de bijbehorende profielen van de te verleggen beken staan in tabel 3.

Tabel 2 Waterstanden in Vossenbeek bij extreme afvoer (2Q = 2,4 m³/s) op basis van minimale profiel

	Locatie	Maaiveld [m+NAP]	Waterstand [m+NAP]	Drooglegging [m]	Nat oppervlak [m ²]
1	Bovenstrooms aansluiting oude beek		13.52		3.8
2	Bovenstrooms rand nieuwbouwwijk	14.1	13.44	0.7	3.7
3	Midden van nieuwbouwwijk	14.05	13.3	0.75	3.5
4	Benedenstrooms rand nieuwbouwwijk	14.05	13.1	0.95	3.1

Figuur 1 Locaties berekende waterstanden



Waakhoogte

Uitgaande van het berekende profiel en de genoemde maaiveldhoogtes ter plekke van de locaties blijkt uit de bovenstaande tabellen dat de waakhoogte van 0,5 m bij een 2Q-situatie, langs de Vossenbeek ruimschoots gehaald wordt. De waakhoogte neemt af in de bovenstroomse richting. Dit komt doordat is gerekend met een vast stuwpeil van 1,1 m onder het geplande straatpeil van de woonwijk en bij een extreme afvoer vanuit de Vossenbeek. Door opstuwung zal de waterstand dan bovenstrooms hoger zijn dan vlakbij de stuw.

Beekprofiel

Op grond van de ontwerpcriteria van het waterschap is een minimaal beekprofiel opgesteld. Dit profiel is gebruikt in de berekeningen. In het stedenbouwkundige plan

krijgt de Vossenbeek (gedeeltelijk) een ruimer profiel, waardoor de optredende waterstanden in extreme situaties wat lager zullen zijn dan berekend. In tabel 3 is het minimale profiel weergegeven.

Tabel 3 Minimaal benodigd profiel Vossenbeek bij 2Q (2,4 m³/s)

	Hoogte slootbodem (m+NAP)	Maaiveld (m+NAP)	Bodem-breedte	Talud	Afstand insteek - insteek	Snelheid (m/s)	Verhang (m/km)
1	12.36		0.75	1:1.5		0.83	1.1
2	12.29	14.1	0.75	1:1.5	6.18	0.84	1.2
3	12.19	13.9	0.75	1:1.5	5.88	0.90	1.4
4	12.08	13.9	0.75	1:1.5	6.22	1.0	2.2

Het minimale profiel zoals voorgesteld in het stedenbouwkundig plan bestaat uit een watergang met een bovenbreedte van 10 meter en een assymetrisch profiel. Boven 13 m+NAP is de taludhelling 1:2, onder 13 m+NAP heeft een beek een steiler talud. Dit voorgestelde minimale profiel voldoet aan het minimale profiel zoals bepaald op basis van de ontwerpcriteria.

Conclusies en aanbevelingen

Op basis van de berekeningen valt het volgende te zeggen:

- Een waakhoogte van 0,5m wordt bij 2 maal de maatgevende afvoer situaties (2Q) op alle locaties gehaald;
- Bij extreme hoge waterstanden in de Bornse Beek (12,90 m +NAP), een situatie die statistisch 1 maal per 250 jaar voorkomt en 2 maal de maatgevende afvoer vanuit de Vossenbeek treedt geen inundatie vanuit de Vossenbeek op;
- Het gekozen minimale profiel voldoet aan de ontwerpcriteria van het waterschap.